МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И МОДЕЛИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ, РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Международная научно-практическая конференция
(Казань, 10-11 апреля 2025 г.)

Электронный сборник статей по материалам конференции

Казань
2025

УДК 004.02+004.9
ББК 32.813 + 32.973
Ц75

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Автоматизированные системы сбора и обработки информации» ФГБОУ ВО «КНИТУ» Р.Н. Гайнуллин;

кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» ФГБОУ ВО «КГЭУ» Е.А. Салтанаева

Редакционная коллегия:

И. Г. Ахметова (гл. редактор), Ю. Н. Смирнов (зам. гл. редактора), Р. С. Зарипова, О. А. Пырнова, Г. А. Овсеенко, А. М. Романова, О. Ю. Янова

Ц75 Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования: материалы международной научно-практической конференции (Казань, 10-11 апреля 2025 г.) / под общ. ред. И. Г. Ахметовой. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2025. 2690 с.

ISBN 978-5-89873-689-7

В электронном сборнике представлены статьи по материалам национальной (с международным участием) научно-практической конференции «Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования» по следующим направлениям:

1. Цифровая экосистема, информационные системы и цифровые двойники.
2. Математическое и имитационное моделирование.
3. Технологии искусственного интеллекта.
4. Информационная безопасность.
5. Цифровая экосистема в образовании и в формировании личности человека.

Предназначен для научных работников, преподавателей, студентов, магистрантов, аспирантов и специалистов, работающих в сфере информационных технологий, а также для всех интересующихся цифровыми технологиями.

Статьи публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание статей возлагается на авторов.

УДК 004.02+004.9
ББК 32.813 + 32.973

ISBN 978-5-89873-689-7

© ФГБОУ «Казанский государственный энергетический университет», 2025

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ

УДК 004

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ КОРПОРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ: ПОТЕНЦИАЛ И МОДЕЛИ ПРИМЕНЕНИЯ БЛОКЧЕЙНА

Агеенко Богдан Михайлович, Тюнин Евгений Борисович
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», г. Краснодар, Россия
ageen.bogdan@yandex.ru, tunin_ora@mail.ru

Аннотация. Статья рассматривает применение блокчейн-технологий в корпоративном управлении с целью повышения прозрачности и эффективности бизнес-процессов. Введение раскрывает проблемы традиционных систем управления и потенциал блокчейна как инструмента децентрализации, автоматизации и повышения доверия. Представлены модели внедрения, включая электронное голосование, токенизацию активов и создание децентрализованных автономных организаций (ДАО). Особое внимание уделено правовым аспектам интеграции блокчейна, а также приведены практические кейсы, демонстрирующие успешное применение технологий.

Ключевые слова: блокчейн, корпоративное управление, децентрализация, прозрачность, смарт-контракты, ДАО.

DECENTRALIZED CORPORATE GOVERNANCE: MODELS AND POTENTIALS OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES IMPLEMENTATION

Bogdan Mikhailovich Ageenko, Evgeniy Borisovich Tyunin
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia
ageen.bogdan@yandex.ru, tunin_ora@mail.ru

Abstract. The article examines the application of blockchain technologies in corporate governance aiming to enhance transparency and efficiency of business processes. The introduction reveals issues inherent in traditional governance systems and highlights the potential of blockchain as a tool for decentralization, automation, and trust enhancement. Various implementation models are discussed, including electronic voting, asset tokenization, and the creation of decentralized autonomous organizations (DAOs). Special attention is paid to the legal aspects of blockchain integration, supplemented by practical cases demonstrating successful technology adoption.

Keywords: blockchain, corporate governance, decentralization, transparency, smart contracts, DAO.

Традиционные модели корпоративного управления часто характеризуются централизацией, низкой прозрачностью и медленными процессами принятия решений, что ведёт к агентским конфликтам и снижению доверия инвесторов [3]. В условиях цифровой трансформации компании стремятся модернизировать управление, используя инновационные технологии, такие как блокчейн. Эта технология способна обеспечить децентрализацию, автоматизацию и прозрачность управления, решая существующие проблемы корпоративного сектора.

Для понимания механизма работы технологии важно выделить её ключевые принципы, среди которых:

1. децентрализация – отсутствие центрального органа, исключающего единую точку отказа;

2. неизменность – невозможность изменения ранее внесённых данных благодаря криптографии;

3. прозрачность – открытость и возможность проверки записей всеми участниками;

4. смарт-контракты – программные алгоритмы, автоматически исполняющие условия соглашений, минимизирующие ошибки и сокращающие время операций.

Перечисленные свойства делают блокчейн эффективным инструментом для модернизации корпоративного управления, позволяя решить многие проблемы традиционных систем [2].

В зависимости от потребностей и целей компании могут использовать разные модели внедрения блокчейн-технологий, включая следующие подходы:

1. Электронное голосование (e-voting): Применение смарт-контрактов для автоматического фиксирования голосов акционеров в распределённом реестре, минимизируя риски фальсификации и ошибок. Пример – система e-voting Национального расчетного депозитария России, показавшая высокую скорость и надежность [1];

2. Токенизация активов: перевод активов компании (например, акций) в цифровой вид (токены), что ускоряет расчеты и снижает операционные затраты. Практический кейс – Overstock.com, успешно реализовавший токенизацию акций с подтверждением эффективности подхода.

Децентрализованные автономные организации (ДАО) – организации, управление которыми осуществляется на основе коллективного голосования и автоматических смарт-контрактов. Примером является The DAO на платформе Ethereum, показавшая возможности и риски подобных структур [3].

Однако применение блокчейна сталкивается с рядом нормативных и правовых ограничений, которые следует учитывать:

1. Законодательство многих стран требует ведения реестра акционеров лицензированными регистраторами, что ограничивает применение блокчейна без адаптации нормативной базы;

2. Обеспечение юридической силы блокчейн-записей требует дублирования традиционными методами, что усложняет и удорожает внедрение;

3. Использование публичных блокчейнов может вступать в конфликт с нормами защиты персональных данных, что требует дополнительных решений, таких как приватные блокчейн-платформы и криптографические методы защиты информации.

Несмотря на указанные сложности, опыт успешного внедрения блокчейн-решений подтверждает, что адаптация нормативной базы возможна. В частности, штат Делавэр (США) уже изменил своё законодательство, разрешив использование блокчейн-реестров для учёта акций, благодаря опыту компании Overstock.com, которая первой токенизировала часть своих акций [4].

Ряд успешных кейсов доказывает практическую значимость и эффективность внедрения блокчейн-технологий в корпоративное управление, среди которых можно выделить:

1. Электронное голосование (e-voting) Национального расчетного депозитария, повысившее доверие инвесторов;

2. Proxy Voting в компании Santander при сотрудничестве с Broadridge, значительно снизившее количество ошибок и дало импульс законодательным изменениям;

3. Токенизация акций Overstock.com, ускорившая расчёты и снизившая операционные затраты компании.

Подобные примеры свидетельствуют о возможности и целесообразности дальнейшего развития технологий блокчейн, стимулируя компании активнее интегрировать подобные решения в свои процессы [4]. Важными условиями успешного перехода к децентрализованным моделям управления становятся готовность компании к инновациям, адаптация нормативной базы и повышение компетенций сотрудников в области цифровых технологий.

При этом, применение блокчейн-технологий сопряжено с рядом значительных вызовов. Правовые и нормативные барьеры представляют собой существенную проблему, поскольку законодательство многих стран требует ведения реестров акционеров через лицензированных регистраторов, что затрудняет интеграцию блокчейна без соответствующей адаптации нормативной базы [1]. Обеспечение юридической силы блокчейн-записей зачастую требует дублирования традиционными методами, что увеличивает затраты и усложняет процесс внедрения. Техническая интеграция с существующими корпоративными платформами требует привлечения квалифицированных специалистов и дополнительных инвестиций, а рост объёма обрабатываемых данных может привести к проблемам масштабируемости и увеличению стоимости транзакций [2]. Кроме того, применение публичных блокчейнов может противоречить нормам защиты персональных данных, что вынуждает переходить на приватные или гибридные

решения, а организационные факторы, связанные с необходимостью изменения корпоративной культуры и повышения цифровой грамотности сотрудников, также могут замедлять процесс адаптации.

Рассмотрим практические примеры, демонстрирующие как преимущества, так и вызовы внедрения. Система электронного голосования Национального расчетного депозитария, основанная на использовании смарт-контрактов, позволила существенно снизить риск фальсификаций и ошибок по сравнению с традиционными системами. Токенизация активов в компании Overstock.com ускорила расчёты и снизила операционные затраты, а сотрудничество Santander с Broadridge в рамках Proxy Voting оптимизировало процесс голосования, дав положительный импульс законодательным изменениям. При сравнении традиционных моделей корпоративного управления с инновационными решениями на базе блокчейна очевидны преимущества последних – повышение прозрачности, снижение затрат и ускорение процессов [4]. Однако внедрение этих технологий требует значительных инвестиций в адаптацию технической инфраструктуры и изменений в нормативно-правовой базе, что подчёркивает необходимость комплексного подхода к интеграции блокчейн-решений.

Таким образом, использование блокчейн-технологий позволяет существенно повысить эффективность и прозрачность бизнес-процессов, одновременно решая ряд фундаментальных проблем традиционных систем управления. Организации, способные успешно интегрировать блокчейн-решения, получат значительное конкурентное преимущество, став более гибкими и устойчивыми к изменениям цифровой экономики.

Источники

1. CNews. НРД протестировал прототип системы электронного голосования на основе блокчейна [Электронный ресурс]. https://www.cnews.ru/news/line/2016-04-29_nrd_protestiroval_prototip_elektronnogo_golosovaniya (дата обращения: 10.03.2025).
2. Lafarre A., Van der Elst C. Blockchain Technology for Corporate Governance and Shareholder Activism // ECGI Working Paper, 2018.
3. Yermack D. Corporate Governance and Blockchains // Review of Finance. 2017. Vol. 21, №. 1. PP. 7–31.
4. Применение блокчейна в корпоративном управлении [Электронный ресурс]. https://corpshark.ru/p/blokchejn-v-korporativnom-upravlenii/ (дата обращения: 10.03.2025).

УДК 004.9

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОБОРУДОВАНИЯ

Адиль Рахман, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань Россия
rahmanadil.2007@gmail.com, orhidey-din@mail.ru

Аннотация. Аддитивные технологии, известные также как 3D-печать, представляют собой методы производства, основанные на послойном добавлении материала для создания трехмерных объектов. Эти технологии открывают новые горизонты в различных отраслях, таких как промышленность, медицина, архитектура и искусство. В данной статье рассматриваются основные принципы работы аддитивных технологий, их преимущества и области применения, а также влияние на современное производство и будущее.

Ключевые слова: аддитивные методы, трехмерная печать, производство, здравоохранение, архитектурное проектирование, искусство, новшества, промышленный сектор.

ADDITIVE TECHNOLOGIES IN EQUIPMENT PRODUCTION

Adil Rahman, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
rahmanadil.2007@gmail.com, orhidey-din@mail.ru

Abstract: Additive manufacturing, also known as 3D printing, is a manufacturing method that relies on adding material layer by layer to create three-dimensional objects. These technologies are opening up new horizons in various industries, such as manufacturing, medicine, architecture, and art. This article discusses the basic principles of additive manufacturing, its benefits and applications, and its impact on modern manufacturing and the future.

Keywords: additive technologies, 3D printing, production, medicine, architecture, art, innovation, industry.

Аддитивные технологии (АТ), часто именуемые 3D-печатью, представляют собой революционный подход к производству, который изменяет традиционные методы создания объектов. С момента своего появления в 1980-х годах эти технологии прошли значительный путь, от простых прототипов до сложных изделий, используемых в различных отраслях. Основная идея аддитивного производства заключается в том, чтобы создавать объекты путем последовательного добавления материала, что позволяет достигать высокой степени детализации и сложности форм.

С развитием технологий и снижением стоимости 3D-принтеров, АТ становятся все более доступными для малых и средних предприятий, а также для индивидуальных пользователей. Это открывает новые горизонты для творчества и инноваций, позволяя дизайнерам и инженерам реализовывать идеи, которые ранее казались невозможными или экономически нецелесообразными [1].

В этой статье мы детально изучим ключевые принципы функционирования АТ, их преимущества и различные сферы применения. Мы также приведем примеры успешного использования этих технологий в реальной практике, что иллюстрирует их потенциал для трансформации различных секторов экономики. В заключение мы обсудим будущее АТ и их влияние на производство и общество в целом (рис. 1).

Рис. 1. 3D-принтер

Основной принцип аддитивного производства состоит в создании объекта, используя специальное программное обеспечение, которое разбивает его на тонкие слои и предоставляет инструкции для 3D-принтера или аналогичного устройства. Затем принтер создает объект, последовательно наслаивая материал на каждом слое по заданным инструкциям. Изначально материал обычно находится в жидком или порошкообразном состоянии, и после каждого слоя происходит процесс застывания или сшивания, чтобы поддерживать стабильность создаваемого объекта. Наконец, после завершения всех слоев, получается конечный продукт.

Аддитивное производство имеет несколько видов технологий, которые отличаются по своим особенностям и свойствам материалов, используемых в процессе. Среди более популярных и эффективных технологий можно выделить:

1. Fused Deposition Modeling (FDM): эта технология использует нагреваемый пластик, который подается через сопло и выплавляется в специальном порядке, чтобы создавать объекты слой за слоем. FDM является

одной из самых доступных и распространенных технологий аддитивного производства [2].

Принцип действия: пластиковая нить расплавляется и послойно наносится движущейся головкой на поверхность рабочего стола, постепенно выстраивая нужную трёхмерную модель (рис. 2).

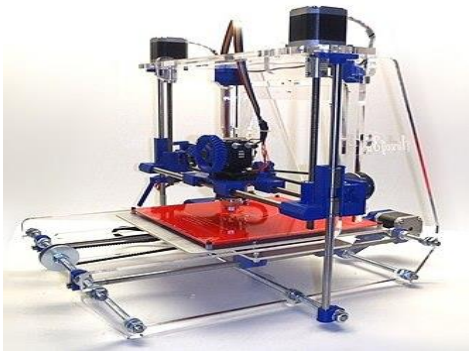


Рис. 2. FDM-принтер производства «Airworlf», основанный на RepRap-дизайне с открытыми исходным кодом Prusa Mendel

2. Selective Laser Sintering (SLS): в этой технологии мелкие частицы пластического или металлического порошка плавятся лазером, который следует по заданным инструкциям, чтобы создать слой за слоем объемный объект. SLS обеспечивает изготовление деталей с высокой степенью точности и сложными формами (рис. 3).

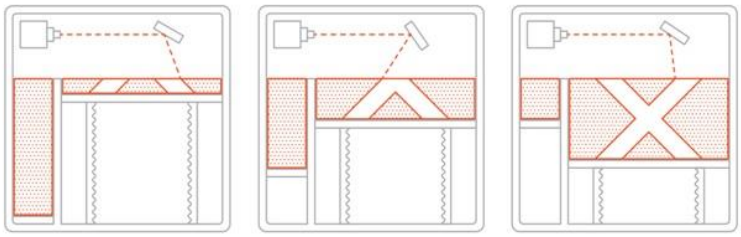


Рис. 3. Формы изготовление деталей

Как это работает: на рабочую платформу наносят тонкий слой полимерного порошка. Лазер последовательно плавит его, следуя цифровой 3D-модели. После завершения каждого яруса распределяют больше порошка и подвергают лазерному наплавлению до тех пор, пока не будет получена цельная деталь [3].

3. Stereolithography (SLA): здесь используется специальная жидкость, которая оказывается под действием ультрафиолетового света, чтобы создавать слои объекта. Эта технология обеспечивает высокую детализацию и дает возможность создавать модели с высоким разрешением. Метод заключается в том, что используется лазерное облучения жидкой фотополимерной смолы.

Оно формирует твердые физические модели. Модель осуществляется поэтапно, слой за слоем: каждый слой формируется лазером в соответствии с данными из трехмерной цифровой модели. Процесс построения модели осуществляется послойно: каждый слой вырисовывается лазером в соответствии с данными, содержащимися в трехмерной цифровой модели. Лазерное облучение вызывает полимеризацию (затвердевание) материала в тех точках, где луч взаимодействует с ним (рис.4).

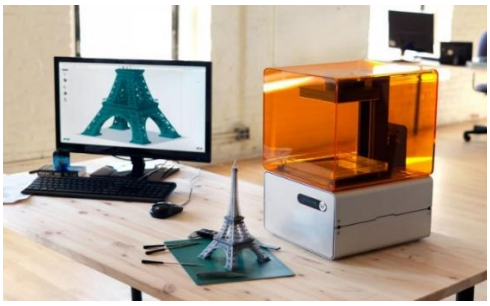


Рис. 4. Стереолитография обеспечивает изготовление моделей с высоким уровнем детализации

После того как контур модели сформирован, рабочая платформа опускается в резервуар с жидкой фотополимерной смолой на расстояние, равное толщине одного слоя, которая обычно составляет от 0,05 до 0,15 мм. После выравнивания поверхности смолы начинается процесс создания следующего слоя. Этот цикл продолжается до тех пор, пока не будет завершено формирование всей модели. По окончании процесса изделия очищаются для удаления остатков материала и, при необходимости, подвергаются обработке в ультрафиолетовой печи для полного затвердевания фотополимера [4].

4. Electron Beam Melting (EBM): данная технология использует пучок электронов, которые плавят и сшивают металлические порошки, чтобы создавать объекты высокой степени прочности и прочности. EBM обычно используется для создания металлических деталей, таких как протезы или инженерные компоненты. Готовые изделия по своим механическим свойствам практически не уступают литым деталям. Слой модели контура создается с помощью электронного пучка, который в определенных местах расплавляет порошок. Плавление происходит в вакуумных рабочих камерах, что позволяет использовать материалы, чувствительные к окислению, такие как чистый титан.

В дополнение к вышеперечисленным технологиям, существуют и другие методы аддитивного производства, такие как ламинирование, вязкостное сшивание и штамповка. Каждая из этих технологий имеет свои преимущества и может быть подходящей для определенных приложений, включая создание прототипов, индивидуального производства и быстрого изготовления запчастей.

Одним из ключевых аспектов АТ является их способность к индивидуализации продукции. Кроме того, аддитивное производство способствует сокращению отходов, так как материал используется более эффективно по сравнению с традиционными методами, где часто происходит переработка избыточного материала.

Также стоит отметить, что развитие АТ связано с ростом интереса к устойчивому производству. Использование 3D-печати позволяет снизить углеродный след и уменьшить потребление ресурсов, что становится особенно актуальным в условиях глобальных изменений климата. Локально производство позволяет изготавливать детали на месте, что снижает затраты на транспортировку и время доставки. Все эти факторы способствуют повышению эффективности и конкурентоспособности в производстве [5].

Источники

1. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении / М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутылина – Политехнический университет. г. Санкт-Петербург, 2013

2. Антонова В.С., Осовская И.И. Аддитивные технологии / В.С. Антонова, И.И. Осовская – «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» Высшая школа технологии и энергетики, 2017

3. Сухочев Г.А., Коденцев С.Н. Технология машиностроения. Аддитивные технологии в подготовке производства наукоемких изделий Г.А. Сухочев, С.Н. Коденцев Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», 2020

4. Зиангиров, А.Ф., Фархутдинов М.М., Хамитова Д.В. Проектирование изделий из листового металла // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р.З. Магарила: материалы конференции: Тюмень, ТИУ, 2022. С. 409-411.

5. Зиангиров, А.Ф. Фархутдинов М.М., Хамитова Д.В. 3D моделирование и 3D печать // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р.З. Магарила: материалы конференции: Тюмень, ТИУ, 2022. С. 407-408.

УДК 004.8:65.012.3

ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ЧЕРЕЗ ИНТЕГРАЦИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

Акимова Камилла Сергеевна, Филина Ольга Владимировна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
akimovakamilla93@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается влияние интеграции информационных систем и цифровых экосистем на трансформацию бизнес-процессов. Анализируются реальные примеры успешных компаний, таких как L'Oréal, которые внедряют цифровые технологии для улучшения своей инфраструктуры и повышения эффективности взаимодействия с клиентами. Особое внимание уделяется преимуществам интеграции в различных сферах бизнеса, а также ключевым вызовам и решениям в этом процессе. Статья подчеркивает важность адаптации бизнеса к цифровой эпохе для сохранения конкурентоспособности на рынке.

Ключевые слова: интеграция информационных систем, цифровая экосистема, трансформация бизнес-процессов, цифровые технологии, эффективность, онлайн-продажи, CRM-система, маркетинговые данные, адаптация бизнеса, конкурентоспособность.

TRANSFORMATION OF BUSINESS PROCESSES THROUGH THE INTEGRATION OF INFORMATION SYSTEMS AND DIGITAL ECOSYSTEMS

Akimova Kamilla Sergeevna, Filina Olga Vladimirovna
KSPEU, Kazan, Russia
akimovakamilla93@gmail.com

Abstract. The article examines the impact of the integration of information systems and digital ecosystems on the transformation of business processes. The article analyzes real-life examples of successful companies such as L'Oréal, which are implementing digital technologies to improve their infrastructure and improve customer interaction. Special attention is paid to the advantages of integration in various business areas, as well as key challenges and solutions in this process. The article highlights the importance of business adaptation to the digital age in order to remain competitive in the market.

Keywords: integration of information systems, digital ecosystem, transformation of business processes, digital technologies, efficiency, online sales, CRM system, marketing data, business adaptation, competitiveness.

В последние годы понятие цифровой трансформации становится не просто модным словом, а неотъемлемой частью развития успешных компаний. Переход к цифровым технологиям неизбежно приводит к улучшению бизнес-процессов, и ключевым моментом в этом процессе является интеграция информационных систем и создание эффективных цифровых экосистем.

Информационные системы становятся основой для функционирования большинства современных организаций. Однако сама по себе технология не гарантирует успех. Без должной интеграции системы могут работать неэффективно, избыточно и даже создавать дополнительные сложности. Для бизнеса важно не только внедрить информационные технологии, но и интегрировать их в общую структуру, создавая взаимодействие между различными процессами.

Одним из самых ярких примеров успешной интеграции является компания Siemens, которая с помощью внедрения системы MindSphere – промышленного интернета вещей (IIoT) – смогла объединить различные аспекты своего бизнеса. Эта система помогает оптимизировать производственные процессы и анализировать данные с датчиков в реальном времени, что напрямую влияет на сокращение затрат и повышение эффективности [1].

Цифровая экосистема – это сеть взаимосвязанных цифровых решений, платформ и сервисов, которые работают на основе общих данных и технологий. Они обеспечивают устойчивость и гибкость, а также могут развиваться и адаптироваться по мере изменения потребностей бизнеса и рынка.

Примером успешной реализации цифровой экосистемы является проект Amazon Web Services (AWS), который включает в себя все необходимые инструменты для цифровой трансформации, от облачных вычислений до машинного обучения и аналитики. В AWS данные с разных источников интегрируются в единую платформу, предоставляя пользователям доступ к огромным возможностям для создания и масштабирования бизнеса [2].

Необходимо отметить, что интеграция информационных систем и создание цифровых экосистем сопряжена с определёнными трудностями. Одной из главных проблем является отсутствие стандартов для интеграции различных технологий и платформ. Каждая компания использует уникальные решения, что приводит к сложности взаимодействия между ними.

Для решения этой проблемы важно внедрять универсальные интерфейсы и открытые стандарты, которые позволят интегрировать системы независимо от их происхождения. Использование открытых API и протоколов взаимодействия позволяет различным программным продуктам «говорить» друг с другом, а предприятиям – не ограничиваться только одним поставщиком технологий.

Кроме того, интеграция требует от компаний значительных инвестиций в обучение персонала и модернизацию инфраструктуры. Это процесс долгий и затратный, но в долгосрочной перспективе он приносит значительную выгоду.

Интеграция информационных систем и создание цифровых экосистем позволяет значительно улучшить работу компании на различных уровнях:

1. Снижение издержек. Интеграция ERP-системы с другими программными решениями позволяет автоматизировать процессы закупок, логистики и учета, что ведет к значительному сокращению затрат.

2. Ускорение принятия решений. Совмещение различных систем позволяет оперативно получать аналитику и прогнозы, что ускоряет принятие бизнес-решений. Реальные примеры можно найти в компаниях, использующих решения в области бизнес-анализа, такие как Power BI от Microsoft.

3. Повышение гибкости. Цифровые экосистемы позволяют быстро адаптироваться к изменениям внешней среды, будь то новые рыночные условия или технологические инновации [3].

За последние несколько лет исследования показывают, что внедрение интеграции информационных систем и создание цифровых экосистем способствуют значительному улучшению бизнес-процессов. Согласно данным, опубликованным в отчете McKinsey, компании, внедрившие цифровые технологии на 30-50% быстрее своих конкурентов, демонстрируют увеличение производительности на 20-30% [4]. В то время как Gartner указывает, что более 75% компаний, использующих облачные решения для интеграции бизнес-процессов, отмечают снижение операционных затрат на 15-20% [5]. A Deloitte приводит данные, согласно которым около 70% бизнесов утверждают, что интеграция систем улучшила их способность адаптироваться к рыночным изменениям и повысила общую эффективность операций. Эти данные подтверждают, что интеграция информационных систем действительно приносит значительные выгоды для бизнеса [6].

Существует несколько эффективных подходов для успешной цифровой трансформации. Например, компания L'Oréal за последние несколько лет значительно модернизировала свою информационную систему, интегрируя множество цифровых платформ, включая онлайн-продажи, маркетинговые данные и систему управления клиентами. В результате они не только улучшили свою внутреннюю работу, но и предложили клиентам новые удобства, такие как онлайн-консультантов и персонализированные предложения.

Одним из важнейших шагов для бизнеса является понимание необходимости взаимодействия между различными частями компании и выбора правильных партнёров для интеграции. Важно, чтобы выбранные информационные системы не просто соответствовали текущим потребностям, но и могли расти и адаптироваться в будущем [7].

Реальная трансформация бизнеса невозможна без интеграции информационных систем и формирования цифровых экосистем. Именно они создают ту гибкость и адаптивность, что позволяет компаниям быть конкурентоспособными и эффективными в условиях постоянных изменений. Важно не только внедрить новые технологии, но и обеспечить их взаимодействие, поддерживая бизнес-процессы на всех уровнях.

Путь цифровой трансформации может восприниматься как сложный и требующий значительных усилий, однако в действительности отсутствие внедрения цифровых технологий может существенно затруднить существование компании в современных условиях. Чем ранее организации осознают необходимость этого процесса, тем быстрее они смогут извлечь максимальную выгоду из внедрения цифровых решений, что обеспечит их устойчивое развитие и конкурентоспособность в условиях быстро меняющегося рынка.

Источники

1. Volot O.I. Information technologies in accounting and management companies: modernization and integration system // Scientific Bulletin of Polssia. 2017. №. 2-2(10). PP. 66-69.
2. Мирошниченко М.А. Автоматизация бизнес-процессов в производственной компании: организация движения и хранения документов в информационном пространстве // Вестник Академии знаний. 2021. № 47(6). С. 259-267.
3. Ланская Д.В. Инструментарий решения проблем повышения конкурентоспособности на предприятии в условиях внедрения бережливого производства и цифровых трансформаций // Вестник Академии знаний. - Краснодар: ООО «Академия знаний». 2021. № 43 (2). С. 124-130.
4. McKinsey & Company. The Next Horizon: How Digital Transformation is Changing the Business Landscape (2020) [Электронный ресурс]. https://www.mckinsey.com (дата обращения: 19.02.2025).
5. Gartner, Inc. The Digital Transformation Playbook: A Roadmap for IT and Business Leaders (2021). [Электронный ресурс]. https://www.gartner.com (дата обращения: 19.02.2025).
6. Deloitte Insights. Driving Digital Transformation: Realizing the Power of Technology in Business Operations (2022). [Электронный ресурс]. https://www.deloitte.com (дата обращения: 19.02.2025).
7. Авдеева И.Л., Головина Т.А., Парахина Л.В. Развитие цифровых технологий в экономике и управлении: российский и зарубежный опыт // Вопросы управления. 2017. № 49. С. 50-56.

УДК 303.732

АРХИТЕКТУРА ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ EYETECH НА ОСНОВЕ МИКРОСЕРВИСОВ

Аксенова Любовь Евгеньевна[1, 2]
[1]ООО Пространство интеллектуальных решений
[2]Новороссийский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КубГТУ»
axenovalubov@gmail.com

Аннотация. В статье предложена архитектура специализированной офтальмологической платформы EyeTech, разработанной с использованием микросервисного подхода и современных технологий обработки медицинских данных. Представлены результаты тестирования устойчивости и эффективности работы платформы.

Ключевые слова: Офтальмология, информационная система, микросервисная архитектура, медицинские изображения

ARCHITECTURE OF THE MICROSERVICES-BASED OPHTHALMOLOGY PLATFORM EYETECH

Aksenova Lyubov Evgenevna[1, 2]
[1]LLC «Intellectual Solutions Space»
[2]Novorossiysk Polytechnic Institute (branch) of «KubSTU»
axenovalubov@gmail.com

Abstract. This paper presents the architecture of a specialized ophthalmology platform, EyeTech, developed using a microservices approach and modern medical data processing technologies. The results of the platform's stability and performance testing are provided.

Keywords: Ophthalmology, information system, microservice architecture, medical imaging

Цифровизация здравоохранения и стремительное развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) стимулируют трансформацию методов диагностики и управления данными пациентов в офтальмологии. Ежегодно клиники генерируют огромные объемы диагностических изображений, включая оптическую когерентную томографию (ОКТ), фундус-фотографии и ангиографические исследования, что требует комплексных решений для эффективного хранения, анализа и интерпретации этих данных [1]. Современные исследования подтверждают эффективность ИИ в диагностике офтальмологических заболеваний, таких как диабетическая ретинопатия,

возрастная макулярная дегенерация и глаукома [2–4]. Однако широкое внедрение таких решений сдерживается отсутствием интегрированных платформ, способных объединять управление данными, визуализацию, автоматический анализ изображений и взаимодействие с существующей клинической ИТ-инфраструктурой [5]. В последние годы появились платформы, применяющие принципы микросервисной архитектуры и облачные технологии для повышения масштабируемости и надежности медицинских систем [6]. Тем не менее большинство из них ориентированы на универсальные задачи и не учитывают специфику офтальмологической практики – необходимость анализа различных модальностей изображений, обеспечение совместимости с оборудованием и соблюдение нормативных стандартов хранения и защиты медицинских данных (HL7, DICOM, GDPR) [7, 8].

В данной работе представлена архитектура специализированной офтальмологической платформы EyeTech, разработанной с использованием микросервисного подхода и современных технологий обработки медицинских данных.

Материал и методы.

В процессе проектирования и реализации офтальмологической информационной платформы EyeTech применялись современные методы архитектурного и программного проектирования. Архитектура системы была спроектирована с использованием принципов микросервисной модели, что обеспечило модульность, масштабируемость и гибкость интеграции компонентов. В качестве основного фреймворка для серверной части использован Django, реализующий бизнес-логику и REST API, а для клиентской части – React, обеспечивающий динамичный пользовательский интерфейс. Хранение структурированных данных организовано на базе реляционной СУБД PostgreSQL, в то время как кэширование реализовано с помощью Redis. Диагностические изображения обрабатываются и хранятся на DICOM-сервере Orthanc, обеспечивающем интеграцию с офтальмологическим оборудованием. Для задач автоматизированного анализа изображений применялись модели глубокого обучения, разработанные с использованием PyTorch и TensorFlow, с выносом тяжёлых вычислений в асинхронные задачи через Celery. Инфраструктура развернута в изолированной среде с использованием Docker, что гарантирует переносимость и удобство развертывания. Проектирование системы было основано на предварительном анализе клинического рабочего процесса врача-офтальмолога, что позволило структурировать этапы сбора, хранения и анализа данных. Были использованы следующие типы данных: демографическая информация пациентов, структурированные записи осмотров, данные медицинской визуализации, а также результаты аннотированных выборок для обучения ИИ-моделей. Для

обеспечения совместимости и безопасности применены стандарты HL7, DICOM, механизмы авторизации, шифрования и логирования доступа к медицинским данным. Особое внимание уделено стандартизации интерфейсов взаимодействия модулей и унификации идентификации пациента.

Результаты.

Результатом исследования стало создание архитектуры специализированной офтальмологической платформы EyeTech, способной интегрировать клинические, демографические и визуальные данные пациента в единую цифровую среду (рис. 1). Для автоматизированной обработки медицинских изображений реализован отдельный ML-модуль на базе FastAPI, выполняющий функции классификации и сегментации изображений ОКТ, а также изображений глазного дна.

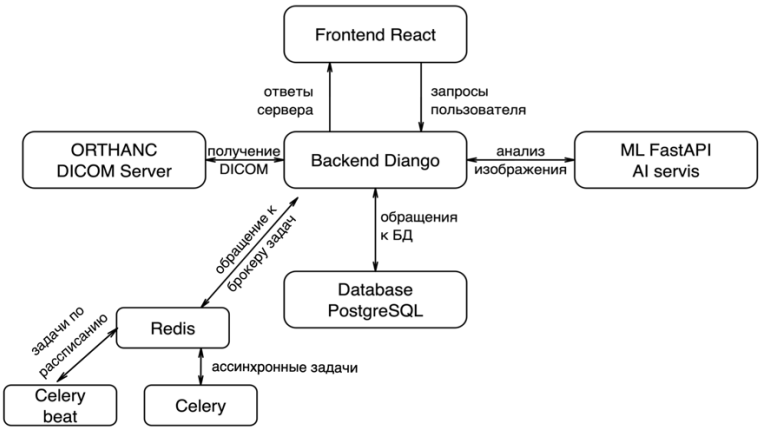


Рисунок 1. Архитектура платформы EyeTech

На основании результатов проведённого нагрузочного тестирования с использованием Apache Bench, платформа EyeTech продемонстрировала высокую устойчивость и эффективность при интенсивной пользовательской нагрузке. Система сохраняла стабильную работу до 800 одновременных пользователей с пропускной способностью до 960 запросов в секунду. При превышении порога в 1200 сессий наблюдалась деградация производительности: среднее время ответа превышало 1.5 секунды, а RPS снижалось до ~580 при максимальной нагрузке в 1500 соединений. Эти показатели свидетельствуют о необходимости масштабирования при экстремальных условиях эксплуатации. Система также показала высокую отказоустойчивость. Полный запуск всех контейнеров после сбоя занял ≈17 секунд, при этом все ключевые компоненты (база данных, микросервисы, ML-модули) были успешно инициализированы без потери данных. Перезапуск

критически важного сервиса backend занимал не более 3–5 секунд. Проверка логов подтвердила, что повторная инициализация БД не требуется, а существующие данные загружаются корректно.

Таким образом, платформа EyeTech обеспечивает не только высокую степень автоматизации и поддержки принятия врачебных решений, но и отвечает требованиям к масштабируемости, надежности и совместимости с существующей медицинской инфраструктурой. Результаты работы демонстрируют перспективность интеграции современных информационных решений в офтальмологическую практику и подтверждают возможность тиражирования архитектуры для других направлений медицинской диагностики.

Источники

1. Ting D.S.W., Pasquale L.R., Peng L., Campbell J.P., Lee A.Y., Raman R., Tan G.S.W., Schmetterer L., Keane P.A., Wong T.Y. Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology // Br J Ophthalmol. 2019. № 103(2). PP. 167-175.

2. Gulshan V., Peng L., Coram M., et al. Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs // JAMA. 2016. № 316(22). PP. 2402–2410.

3. De Fauw J., Ledsam J.R., Romera-Paredes B., Nikolov S., Tomasev N., et al. Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease // Nat Med. 2018. № 24(9). PP. 1342-1350.

4. Li F., Chen H., Liu Z., Zhang X.D., Jiang M.S., Wu Z.Z., Zhou K.Q. Deep learning-based automated detection of retinal diseases using optical coherence tomography images // Biomed Opt Express. 2019. № 11;10(12). PP. 6204-6226.

5. Schmidt-Erfurth U., Sadeghipour A., Gerendas B.S., Waldstein S.M., Bogunović H. Artificial intelligence in retina // Prog Retin Eye Res. 2018. №67. PP. 1-29.

6. Velepucha V., Flores P. A Survey on Microservices Architecture: Principles, Patterns and Migration Challenges // IEEE Access. 2023. Vol. 11, PP. 88339-88358.

7. Reddy S., Fox J., Purohit M.P. Artificial intelligence-enabled healthcare delivery // J R Soc Med. 2019. № 112(1). PP. 22-28.

8. European Commission. General Data Protection Regulation (GDPR) [Электронный ресурс]. https://gdpr.eu/

УДК 621-313.1

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОТОКОЛОВ MQTT И MODBUS В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Александров Максим Алексеевич
ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара, Россия
aleksandrovma9@gmail.com

Аннотация. В статье проведены исследования, направленные на оценку эффективности реализации протоколов MQTT и Modbus с использованием соваеменных научных принципов и методов. Результаты вычислительных экспериментов, проведенных на базе языка программирования Python, демонстрируют значительные преимущества протокола MQTT по параметрам задержки и пропускной способности по сравнению с протоколом Modbus.

Ключевые слова: MQTT, Modbus, задержка, пропускная способность, эффективаность, промышленный интернет вещей.

EFFECTIVENESS OF SOFTWARE IMPLEMENTATION OF MQTT AND MODBUS PROTOCOLS IN INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS CONDITIONS

Aleksandrov Maksim Alekseevich
Samara University, Samara, Russia
aleksandrovma9@gmail.com

Abstract. This article presents research aimed at evaluation the effectiveness of software implementation of MQTT and Modbus protocols using Python demonstrative significant advantages of the MQTT protocols in terms of latency and throughput compared to Modbus.

Keywords: MQTT, Modbus, latency, throughput, efficiency, industrial internet of things.

В условиях широкого распространения технологий интернета вещей, вопрос об эффективности протоколов передачи данных становится все более актуальным [1]. В данном исследовании основное внимание уделяется протоколам MQTT и Modbus, которые наиболее часто применяются в промышленных системах [2].

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) – легкий и открытый протокол обмена данными, предназначенный для удалённых систем с ограниченными ресурсами, применяющийся в M2M и IIoT.

Modbus – распространенный промышленный протокол, стандарт де-факто, поддерживаемый большинством производителей оборудования. Создан в 1979 году компанией Modicon (ныне Schneider Electric) для интерфейса RS-232, позже адаптирован для RS-485 и Modbus TCP, быстро завоевав популярность.

С целью оценки эффективности реализации протоколов были использованы методы количественного анализа, что позволило получить точные и достоверные результаты. Основные компоненты приведенных исследований включают:

– Вычислительные эксперименты: Разработка программных средств на языке Python, эмулирующих работу MQTT и Modbus;

– Статистический анализ: Сбор данных о задержках передачи сообщений для последующей статистичекой обработки.

На рисунке 1 приведена диаграмма последовательности процесса исследования задержки. В таблице 1 приведены результаты измерений.

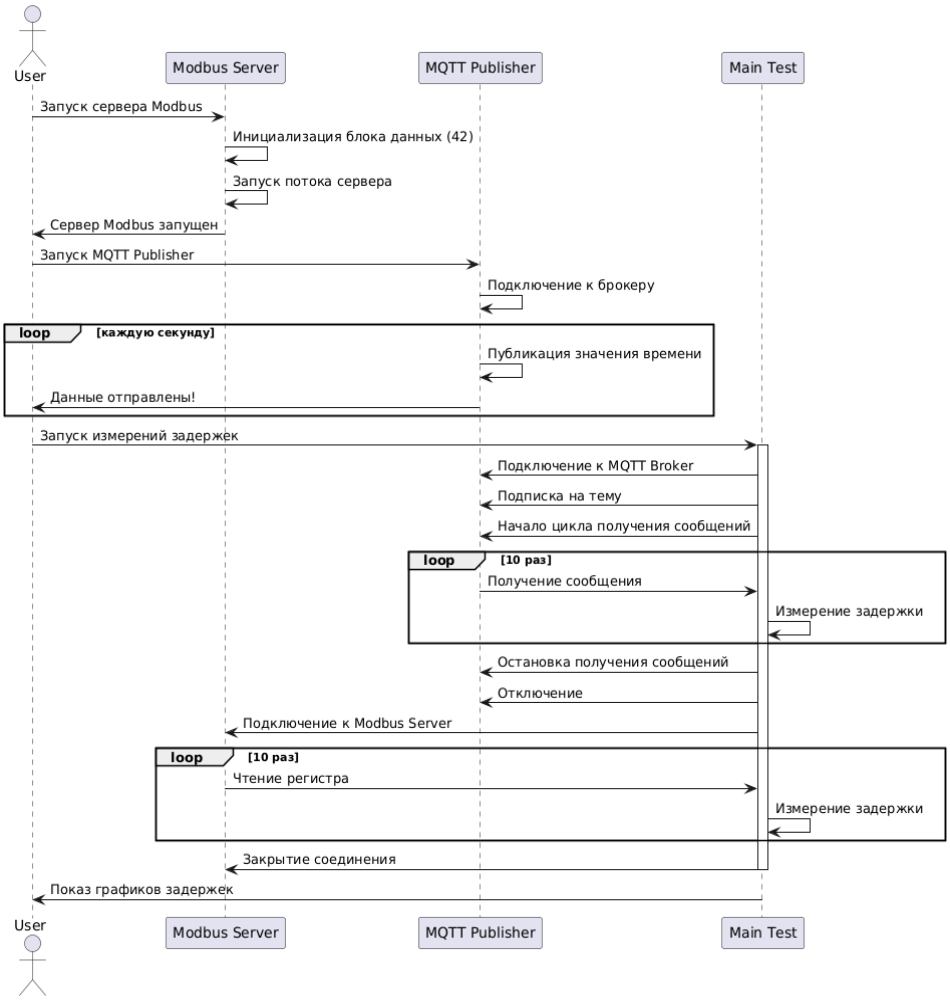


Рис. 1. Диаграмма последовательности

Для проведения экспериментов были выбраны стандартные сценарии использования протоколов. Измерялись параметры задержки сообщений (в секундах) и пропускная способность (в сообщениях за секунду).

Таблица 1. Характеристики исследуемых протоколов

	Modbus	MQTT
Максимальная задержка	0.285947	0.000754
Минимальная задержка	0.010282	0.000237
Средняя задержка	0.069148	0.000320
Пропускная способность	12.15	199.54

На рисунке 2 приведены графики задержки запросов протоколов Modbus и MQTT.

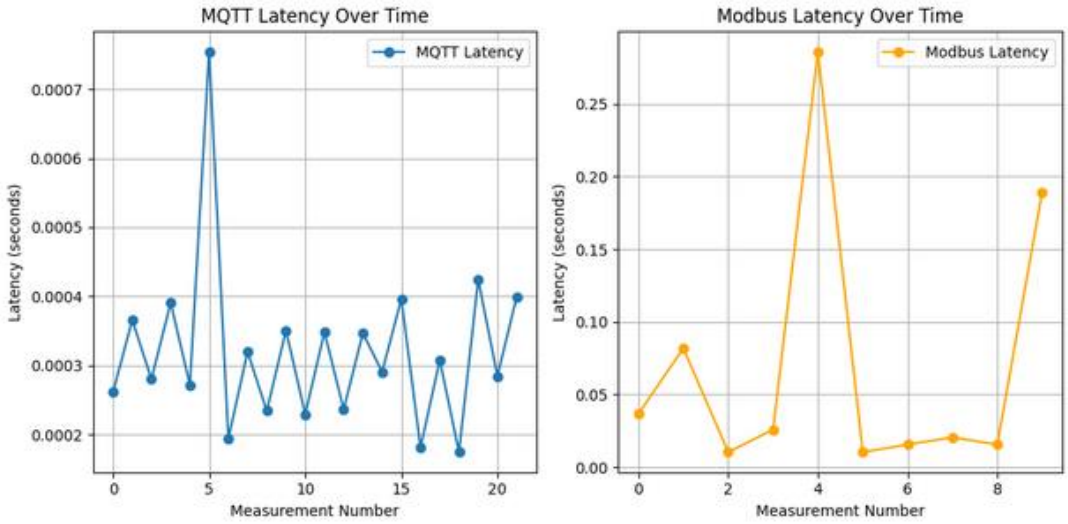


Рис. 2. Графики задержки передачи сообщений

На основе полученных данных можно заключить, что протокол MQTT показывает большую эффективность по сравнению с Modbus, что делает его предпочтительным для использования в приложениях, требующих высокой скорости передачи данных.

Несмотря на свою популярность и надежность, Modbus демонстрирует значительное ограничение в производительности, что может стать серьезным препятствием для применения в современных условиях, когда необходима быстрая и эффективная передача данных. Его максимальная задержка, достигающая 0.285947 секунд, делает его менее предпочтительным для сценариев, где критически важна скорость.

На основании результатов можно рекомендовать использование протокола MQTT для новых разработок и модернизаций в области

промышленного интернета вещей, а также в системах, требующих высокой скорости и надежности передачи данных. В то же время, Modbus может оставаться актуальным выбором для применения в уже существующих системах, где критичны стабильность и простота интеграции.

Таким образом, данные результаты подчеркивают необходимость дальнейших исследований и оптимизации технологий передачи данных, а также акцентируют внимание на растущем значении протокола MQTT как стандарта для связи в современных системах автоматизации и управления.

Источники

1. Как это работает: промышленный интернет вещей [Электронный ресурс]. https://rostec.ru/news/kak-eto-rabotaet-promyshlennyy-internet-veshchey (дата обращения 02.01.2025).
2. . Интернет вещей: история развития и создания [Электронный ресурс]. https://iot.ru/wiki/internet-veshchey (дата обращения 04.01.2025).
3. Что такое MQTT и для чего он нужен в IIoT? [Электронный ресурс]. https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/chto-takoe-mqtt/#mqtt (дата обращения 05.01.2025).
4. Как общаются машины: протокол Modbus [Электронный ресурс]. https://habr.com/ru/companies/advantech/articles/450234/ 05.02.2024).

УДК 621-313.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ НА МАРКЕТПЛЕЙСАХ: СЕРВИСЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Александрова Кристина Вячеславовна, Салихова Регина Рафаилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
kristina_aleksandrova2002@mail.ru, Regina-salixova@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальность автоматизации бизнес-процессов на маркетплейсах как важного фактора повышения эффективности коммерческой деятельности, сохранения ее конкурентных преимуществ и увеличения прибыли. Анализируются задачи, которые можно решать и ускорять с помощью оптимизации, обсуждаются актуальные сервисы и инструменты, используемые в деятельности онлайн торговых площадок, оцениваются преимущества и недостатки их внедрения.

Ключевые слова: автоматизация, маркетплейс, оптимизация бизнеса, искусственный интеллект, ценообразование, обработка заказов, аналитика, клиентский сервис, электронная коммерция, рост рынка.

AUTOMATION OF PROCESSES ON MARKETPLACES: SERVICES AND TOOLS

Alexandrova Kristina Vyacheslavovna, Salikhova Regina Rafailevna
KSPEU, Kazan, Russia
kristina_aleksandrova2002@mail.ru, Regina-salixova@list.ru

Abstract. The article examines the relevance of automating business processes on marketplaces as an important factor in improving the efficiency of commercial activities, maintaining its competitive advantages and increasing profits. The tasks that can be solved and accelerated through optimization are analyzed, current services and tools used in the activities of online trading platforms are discussed, and the advantages and disadvantages of their implementation are evaluated.

Keywords: automation, marketplace, business optimization, artificial intelligence, pricing, order processing, analytics, customer service, e-commerce, market growth.

В последние несколько лет происходит активный рост рынка электронной коммерции, особенно, в сегменте маркетплейсов. Такие торговые площадки как Ozon, Wildberries, AliExpress пользуются повышенным спросом среди населения, предоставляют удобство покупок и продаж для потребителей и продавцов. Однако, развитие онлайн-площадок было бы невозможным при

сохранении ручных способов управления бизнесом, поэтому владельцы по максимуму автоматизируют такие процессы как анализ рынка, ценообразование, управление запасами, обработка заказов, коммуникация с клиентами и так далее. Благодаря чему происходит оптимизация операций, снижение издержек и повышение удовлетворенности клиентов [5].

В условиях высокой конкуренции владельцам бизнесов необходимо применять эффективные сервисы автоматизации процессов. Поэтому изучение наиболее результативных на сегодняшний день инструментов продаж остается актуальной темой.

Автоматизация бизнес-процессов на маркетплейсах необходима для выполнения следующих задач:

1. Управление запасами товаров и продукции. Автоматизация необходима для своевременного отслеживания остатков, прогнозирования спроса и пополнения запасов. Благодаря чему исключается дефицит товаров, снижаются расходы на хранение продукции и повышается уровень клиентского сервиса.

2. Ценообразование. Анализ рынка с помощью современных сервисов аналитики позволяет исключать ошибки при выборе товаров для реализации и ценообразования, повышает конкурентные преимущества предпринимателя.

3. Обработка заявок. Онлайн оформление заказов, формирование необходимой документации, отслеживание местоположения товаров снижает время реализации заказа до потребителя, повышает удовлетворенность клиента.

4. Аналитика. Автоматический мониторинг рынка, сбор и оцифровка данных о продажах, эффективности маркетинговых решений, степени удовлетворенности клиентов помогают при принятии управленческих решений и совершенствовании бизнес-стратегий.

5. Общение с клиентами. Автоматические ответы на вопросы, уведомление о статусе заказа, рассылка персональных предложений необходимы для повышения лояльности потребителей и улучшения репутации продавца [3].

Существует огромное разнообразие сервисов и инструментов, необходимых для автоматизации процессов на маркетплейсах. Рассмотрим наиболее востребованные из них на сегодняшний день:

1. SaaS-платформы (Software-as-a-Service) представляют собой комплексный набор инструментов для автоматизации продаж. Такие платформы как SelSup, E-ComTools, MPSTATS, SellerHelp необходимы для мониторинга запасов товаров, ценообразования, обработки заявок, аналитики по продажам и так далее.

Минусы данных платформ: зависимость от интернет-соединения, ограниченность опций, риски утечки конфиденциальных данных, отсутствие гибкости системы [2].

2. API-интеграции (Application Programming Interface) используются для внедрения индивидуальных управленческих решений, адаптированных к конкретным потребностям продавца.

Минусы данного инструмента заключаются в необходимости технических знаний и навыков в использовании API-интеграций, дополнительные затраты на установку и обслуживание необходимых программных обеспечений [3].

3. Чат-боты на основе искусственного интеллекта используются для автоматизации ответов на вопросы клиентов, обработки заявок и предоставления информации о статусе заказа. Благодаря таким инструментам снижается нагрузка на службу поддержки и повышается лояльность покупателей.

Минус сервиса заключается в ограничении функциональности (программа отвечает только на те вопросы, которые заложены у него в настройках) [3].

4. Инструменты на основе ИИ (искусственного интеллекта) необходимы для прогнозирования спроса, оптимизации ценообразования, выявления мошеннических действий, персонализации предложений для потребителей, формирования описаний для карточек товаров и так далее.

Минусами сервисов ИИ можно назвать риски утечки конфиденциальной информации, зависимость от качества и достоверности анализируемых данных, недостаток творческого мышления, потенциальная потеря рабочих мест для населения, дополнительные траты на внедрение и так далее [1].

Изучив особенности сервисов и инструментов для автоматизации электронной торговли, можно сделать вывод, что в дальнейшем данное направление продолжит развиваться, что приведет к следующим изменениям:

– функционал SaaS-платформ станет более разнообразным, добавятся опции оптимизации маркетинговой деятельности, логистики и анализ финансовых операций;

– API-решения станут более понятными и гибкими, что повысит удобство их внедрения;

– расширится функционал искусственного интеллекта, чтобы он мог выполнять больше задач, связанных с интеллектуальным анализом данных, составлять контент и выполнять другие задания;

– важный аспект в автоматизации займет персонализация предложений на основе пользовательского опыта;

– повысится интеграция систем для автоматизации процессов на маркетплейсах с другими программами, например, с CRM, ERP и системами управления складом [4].

Таким образом, внедрение автоматизированного подхода при управлении процессами на маркетплейсах является важным шагом, необходимым для успешного функционирования онлайн торговых площадок. Благодаря современным инструментам повышается эффективность и конкурентоспособность бизнеса, происходит экономия ресурсов продавца, повышается уровень сервисного обслуживания клиентов, растет лояльность и удовлетворенность покупателей, сокращаются операционные издержки, оптимизируются различные процессы управления и обслуживания. В конечном итоге, увеличивается прибыль предпринимателя и укрепляется его позиция на рынке. Это свидетельствует о том, что с каждым годом автоматизация онлайн-продаж будет совершенствоваться, и появятся новые сервисы и инструменты управления бизнесом.

Источники

1. Быстрова Н.В., Максимова К.А. Электронная коммерция и перспективы ее развития // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 7 (33). Т. 1. С. 86 - 90.

2. Гирич М. Г., Левашенко А. Д., Коваль А. А. От денежных транзакций к неденежным: персональные данные потребителя в электронной коммерции // Финансовый журнал. 2020. № 1. С. 117-130.

3. Михайлюк М. В. Маркетплейсы как фактор прогрессивной трансформации интернет-торговли в России: логистический аспект // Экономические науки. 2019. № 172. С. 57-61.

4. Салихова Р. Р. Трансформация внутренней торговли в условиях глобализации // РППЭ. 2021. №3 (125). С. 22-28.

5. Твердохлебова М.Д. Интернет-маркетинг: учебник. Москва: КНОРУС, 2019. С. 192.

УДК 004.056

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ МАРШРУТИЗАЦИИ ДИСПАНСЕРИЗАЦИИ ПАЦИЕНТОВ

Алексеев Дмитрий Владимирович, Закиров Булат Маратович
ФГБОУ ВО «КНИТУ- КАИ», г. Казань, Россия
twenty.xic@yandex.ru, Ghost.stop@yandex.ru

Аннотация. В статье предлагается проект разработки модуля цифровой экосистемы маршрутизации диспансеризации пациентов. Определены требования к программному обеспечению. Представлена математическая постановка задачи.

Ключевые слова: автоматизация диспансеризации, медицинская информационная система, электронная медицинская карта, цифровое здравоохранение, цифровая экосистема.

DEVELOPMENT OF A DIGITAL ECOSYSTEM MODULE FOR AUTOMATION AND SUPPORT OF THE PATIENT MEDICAL EXAMINATION PROCESS

Alekseev Dmitry Vladimirovich, Zakirov Bulat Maratovich
FSBEI HE «KNRTU–KAI», Kazan, Russia
twenty.xic@yandex.ru, Ghost.stop@yandex.ru

Abstract. The article proposes a project for the development of a module for a digital ecosystem for routing medical examinations of patients. The requirements for the software are defined. The mathematical formulation of the problem is presented.

Keywords: automation of medical examination, medical information system, electronic medical record, digital healthcare, digital ecosystem.

В настоящее время в России реализуются программы, направленные на цифровизацию здравоохранения, например, «Цифровая экономика» и «Национальная программа развития здравоохранения» [1], что говорит наличии спроса на цифровые решения для автоматизации процессов [2]. В данной работе предлагается проект разработки модуля цифровой экосистемы для автоматизации процесса сопровождения диспансеризации пациентов – маршрутизатор диспансеризации. Модуль позволит снизить нагрузку на сотрудников и повысит скорость прохождения пациентами диспансеризации.

Реализуемый модуль представляет из себя совокупность нескольких сервисов: портал пациента (веб/мобильное приложение) [3], портал медицинского сотрудника, интеграционный слой (API – сервис), база данных с

шифрованием [4, 5], аналитическая панель [6]. Преимущества разрабатываемого продукта: интеграция с государственными системами, например, ЕМИАС и региональными медицинскими платформами [7], пользователи получают доступ к удобному мобильному приложению с уведомлениями и подсказками, медицинские сотрудники смогут автоматизировать процесс создания отчетности [7, 8], а интеллектуальная система в модуле распределяет пациентов для оптимизации времени прохождения диспансеризации, а также обеспечивается надежная защита данных [9 – 11].

Для разработки модуля были определены следующие функциональные требования: Регистрация/аутентификация через портал Госуслуг, автоматическое формирование графика диспансеризации на основе различных параметров пациентов, push-уведомления о датах и подготовке к анализам, доступ к результатам прохождения диспансеризации в личном кабинете, чат-бот поддержки

Нефункциональные требования, ориентированные на свойства продукта: совместимость с мобильными платформами (android, ios), удобное веб-приложение, соответствие требованиям закона о персональных данных [12].

Для постановки задачи можно определить следующие множества:

– $P=\{p_1,p_2,\ldots,p_n\}$ – множество пациентов, где каждый пациент pi имеет свои характеристики (возраст, пол, медицинские показания и т.д.).

– $D=\{d_1,d_2,\ldots,d_m\}$ – множество врачей, где каждый врач dj имеет свои специализации и доступные ресурсы.

– $H=\{h_1,h_2,\ldots,h_k\}$– множество медицинских учреждений, где каждое учреждение hk имеет свои ресурсы (кабинеты, оборудование и т.д.).

– $T=\{t_1,t_2,\ldots,t_l\}$ – множество задач, которые необходимо выполнить для прохождения диспансеризации (например, регистрация, осмотр терапевта, анализы крови и т.д.).

– $S=\{s_1,s_2,\ldots,s_q\}$ – множество этапов диспансеризации, где каждый этап sq может включать несколько задач.

– $R=\{r_1,r_2,\ldots,r_p\}$ – множество ресурсов, доступных для выполнения задач (например, время врачей, оборудование, лаборатории и т.д.).

– $C=\{c_1,c_2,\ldots,c_n\}$ – время выполнения задач, где c_i – время завершения задачи t_i.

– $D=\{d_1,d_2,\ldots,d_n\}$ – дедлайны для задач, где d_i – крайний срок выполнения задачи t_i

– $L_H(\tau)$ – нагрузка на сервер в момент времени τ, которая зависит от количества одновременно обрабатываемых запросов.

– $L_A(\tau)$ – нагрузка на приложение в момент времени τ, которая зависит от количества активных пользователей и выполняемых задач.

– $S_i(t_i)$ – удовлетворенность пациента p_i , которая зависит от времени обработки его запросов и качества предоставленных услуг.

Для минимизации среднего времени обработки запросов используется следующая формула (1):

$$Minimize\ E\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} c_i\right] \quad (1)$$

Для максимизации средней удовлетворенности пациентов (2):

$$Minimize\ E\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} S_i(t_i)\right] \quad (2)$$

Также рассчитаны ограничения, например на ресурсы (3):

$$\sum_{i=1}^{m} u_{ij} \le R_i\,, \forall j \quad (3)$$

где u_{ij} – количество ресурса R_i.

На время (4):

$$c_i \le d_i, \forall i \quad (4)$$

где c_i – время завершения задачи t_i; d_i – дедлайн для задачи t_i

На загрузку сервера (5):

$$L_H(\tau) = \sum_{i=1}^{n} I(s_i \le \tau \le c_i) \le Q_H, \forall \tau \quad (5)$$

Программное обеспечение находится на этапе разработки и предлагается его реализация с использованием языков программирования python и go для реализации api-сервисов логики работы модуля, JavaScript для реализации графических интерфейсов.

Источники

1. Федеральный закон № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 [Электронный ресурс].

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/ (дата обращения: 16.06.2024).

2. Приказ Минздрава РФ № 124н от 13.02.2019 «Об утверждении порядка проведения диспансеризации» [Электронный ресурс]. https://base.garant.ru/72238894/ (дата обращения: 16.06.2024).

3. Зайцева О.Н., Воронцов К.А. Мобильные приложения для пациентов в системе диспансеризации // Медицинские информационные системы. 2022. № 1(15). С. 64-73.

4. Зайнуллин И.И., Тумбинская М.В. Мобильное приложение инкапсуляции данных на основе модифицированного стеганографического алгоритма // Информатизация образования и науки. 2023. № 3 (59). С. 57-69.

5. Петровский В.И., Тумбинская М.В. Оптимизация комплексной системы защиты информации на предприятиях различных форм собственности // ITIDS+RRS'2014. 2014. С. 28-32.

6. Иванов А.А., Петрова В.М. Интеграция EHR-систем с модулями диспансеризации: методы и алгоритмы // Вестник медицинской информатики. 2023. № 4. С. 45-58.

7. Туманов В.Р. Безопасность данных в телемедицинских системах: риски и решения // Информационная безопасность. 2021. Т. 12. № 3. С. 78-92.

8. Кормильцев Н.В., Уваров А.Д., Хаматнуров И.И., Тумбинская М.В. Анализ защищенности системы безопасности LTE-A от направленного воздействия DOS-атак // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2019. Т. 15. № 2 (371). С. 376-392.

9. Тумбинская М.В., Абзалов А.Р. Исследование результатов применения программного тренажера по реагированию на факты реализации компьютерных угроз в АСУ ТП // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 1 (97). С. 83-96.

10. Смирнов Д.С., Козлова Е.В. Применение искусственного интеллекта для автоматизации скрининга в диспансеризации // Искусственный интеллект в здравоохранении. 2022. Т. 8. № 2. С. 112-125.

11. Гордеев Н.П., Лебедева Т.Ю. Микросервисная архитектура для цифровых экосистем в медицине // Программная инженерия. 2023. № 6. С. 33-47.

12. Федеральный закон № 152-ФЗ «О персональных данных» от 27.07.2006 [Электронный ресурс]. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 16.03.2025).

УДК 004.8 + 614.2

ВОПРОСЫ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦИФРОВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ СТАНДАРТА ОБМЕНА ДАННЫМИ FHIR

Азхар Кхудхаир Ал-Зубаиди, Петров Алексей Алексеевич
ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец, Россия
azhrstar90@gmail.com

Аннотация. Технологии машинного обучения и предиктивной аналитики могут значительно улучшить эффективность системы здравоохранения. Однако трудности, связанные с интероперабельностью, стандартизацией и безопасностью данных часто препятствуют успешному внедрению ИИ в медицинскую сферу. Стандарт Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR), разработанный HL7, решает перечисленные проблемы, обеспечивая последовательный обмен информацией между системами здравоохранения. FHIR повышает доступность данных и поддерживает интеграцию ИИ в реальном времени на разных платформах. В данной статье проведен анализ аспектов использования FHIR в здравоохранении, с акцентом на преимущества стандарта, его пользу, вызовы и перспективы развития.

Ключевые слова: Интероперабельность, Стандарты данных, Прогнозная аналитика, Интеграция данных, Модульная архитектура, Обмен данными

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO DIGITAL HEALTHCARE USING THE FHIR DATA EXCHANGE STANDARD

A.K. Alzubaidi, Petrov Alexey Alekseevich
Bunin Yelets State University, Yelets
azhrstar90@gmail.com

Abstract. Machine learning and predictive analytics technologies can significantly improve the efficiency of healthcare systems. However, challenges related to data interoperability, standardization, and security often hinder the successful implementation of AI in the medical field. The Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) standard, developed by HL7, addresses these issues by ensuring consistent information exchange between healthcare systems. FHIR enhances data accessibility and supports real-time AI integration across platforms. This paper analyzes the aspects of using FHIR in healthcare, focusing on the standard's benefits, challenges, and development prospects.

Keywords: Interoperability, Data Standards, Predictive Analytics, Data Integration, Modular Design, Data Exchange

Интеграция технологий ИИ в систему здравоохранения сопряжена с серьезными проблемами, связанными с качеством данных, интероперабельностью и совместимостью с существующей инфраструктурой. Несогласованность и неточность исходной информации затрудняют разработку надежных моделей ИИ. Изолированность баз данных внутри организаций и их локальный характер препятствуют доступности сведений для анализа. Кроме того, значительная часть данных в здравоохранении (клинические записи, медицинские изображения) являются неструктурированными, что усугубляет проблему [1].

Низкая интероперабельность является препятствием при внедрении технологий ИИ во многие сферы деятельности. Информационные системы в сфере здравоохранения зачастую используют собственные форматы данных, что затрудняет доступ к информации для приложений, использующих ИИ. Устаревшие системы, не предназначенные для ИИ, часто не имеют нужных интерфейсов для бесшовной интеграции. Отсутствие стандартизированных практик обмена данными значительно ограничивают потенциал применения ИИ, особенно в предиктивной аналитике [1].

Стандарт FHIR решает эти задачи, улучшая процессы сбора данных и интеграции с существующими системами. Он обеспечивает согласованность в представлении сведений, повышая надежность моделей ИИ. Гибкая структура FHIR позволяет добиться высокой степени интероперабельности между различными информационными системами здравоохранения, что упрощает получение доступа к данным из различных источников, а также их дальнейшее использование. Кроме того, FHIR совместим с существующей ИТ-инфраструктурой здравоохранения; стандартизированные API облегчают бесшовный обмен данными между приложениями ИИ и электронными медицинскими записями (EHR), лабораториями, системами визуализации и другими технологиями, что повышает степень интеграции.

Модульная архитектура FHIR делает его универсальным инструментом для обмена данными в здравоохранении. Он основан на "ресурсах" – логических единицах, представляющих собой пациентов, наблюдения, запросы на лекарства. Сочетаемость и расширяемость FHIR позволяют комбинировать единицы, настраивать их для удовлетворения конкретных клинических, нормативных и организационных потребностей. FHIR поддерживает "профили" – адаптированные версии ресурсов для определенных случаев использования, удовлетворяя разные требования в рамках стандартизированной структуры.

FHIR разработан для интеграции с RESTful API, что позволяет получать доступ к ресурсам, создавать, обновлять и удалять их с помощью стандартных веб-методов. Такая интеграция поддерживает обмен данными между системами в реальном времени, обеспечивая и синхронную, и асинхронную связь. Гибкая архитектура FHIR делает его мощным инструментом улучшения обмена

медицинскими данными и применения современных технологий в системе здравоохранения.

FHIR поддерживает обмен информацией в форматах JSON и XML, которые актуальны в современной веб-разработке. Эти удобочитаемые форматы обеспечивают согласованную структуру данных, что облегчает системам ИИ обработку информации и обеспечивает точность результатов [2].

JSON и XML подходят для обработки больших объемов данных, что делает их идеальными для масштабирования приложений ИИ в области управления здоровьем населения и геномике. Их стандартизированный характер обеспечивает эффективную работу ИИ по мере увеличения объемов сведений, не требуя глобальных изменений. Гибкость форматов позволяет адаптировать структуры к изменяющимся потребностям здравоохранения, что увеличивает жизненный цикл разрабатываемых продуктов [2].

В предиктивной аналитике FHIR используют для доступа к данным пациента, (медицинской истории, результатам исследований), чтобы предсказать хронические заболевания (например, диабет), снизить риск повторных госпитализаций. FHIR играет ключевую роль в дистанционном мониторинге пациентов и телемедицине, позволяя платформам на базе ИИ собирать информацию в реальном времени и передавать в EHR для анализа. Это позволяет врачам оперативно получать рекомендации даже во время телемедицинских консультаций [3].

Таким образом, следует отметить высокий потенциал FHIR при интеграции ИИ в здравоохранение. Данный стандарт позволяет избежать проблем, связанных с качеством и интероперабельностью данных. FHIR предоставляет стандартизированную гибкую структуру, которая улучшает обмен информацией, развивает применение ИИ в этой сфере.

Источники

1. Bresnick, J. How FHIR and AI Will Build the Healthcare Interoperability Ecosystem // Health IT Analytics. 2020

2. FHIR is a standard for health care data exchange – HL7.org 2011+. FHIR Release 5 (v5.0.0) [Электронный ресурс]. https://www.hl7.org/fhir/ (дата обращение 02.09.2024).

3. Михайленко О.В., Стайков Г.Б., Доррер Г.А.. Использование стандарта обмена медицинской информацией Fast Healthcare Interoperability Resources в цифровом здравоохранении. Информационные технологии в науке, образовании и управлении (ITNOU). 2021. № 1. С. 43-49.

УДК 004

ЦИФРОВОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЕКТОРА

Аманов Сохбет Тачмухаммедович, Аманов Алёш Довлетгелдийевич, Гаррыев Довлет Тойдыйевич,
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
muhammetnuratayev1@gmail.com

Аннотация. Основная цель – более эффективное внедрение результатов в сельское хозяйство с использованием цифровых технологий, интегрирующих работу различных частных предприятий и производителей технического оборудования, работающих в этой сфере.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, блокчейн, энергоэффективность, киберугрозы.

DIGITAL SOLUTION FOR THE AGRICULTURAL SECTOR

Amanov Sohbet Tachmuhammedovich, Amanov Alesh Dovletgeldievich, Garryev Dovlet Toydyevich,
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
muhammetnuratayev1@gmail.com

Abstract. The main goal is to more effectively implement the results in agriculture using digital technologies that integrate the work of various private enterprises and manufacturers of technical equipment operating in this area.

Keywords: intellectual property, blockchain, energy efficiency, cyber threats.

Наш уважаемый Президент подчеркнул, что наука и образование являются основой наших достижений, подчеркнув, что в новую эпоху Возрождения нашего суверенного государства реализуются масштабные программы и планы с использованием инноваций и новейших технологий. В этом мы опираемся на передовой опыт и научные достижения. Мы реализуем их во всех отраслях народнохозяйственного комплекса, тем самым наращивая наш экономический, политический, культурный, образовательный потенциал, ведем нашу любимую Родину вперед по пути стремительного развития.

Наш друг Гахрыман Сердар из Аркадага в своей книге «Молодежь – опора Родины» пишет: «Цифровая экономика охватывает все системы нашего государства и общества, включая административные, отраслевые, бизнес-структуры, производство и торговлю, культурную и социальную сферы, а также

жизнь граждан. «В данном случае цифровые технологии демонстрируют свое превосходство и дают дополнительный импульс для полной реализации имеющегося потенциала». Эти слова являются ярким отражением того факта, что одной из главных основ нашего светлого будущего, устремленного в будущее на долгие годы, является преобразование сельскохозяйственного сектора нашей страны в высокорентабельную систему. В этих целях необходимо сформировать многопрофильный потенциал агропромышленного комплекса и реализовать его эффективными методами.

Внедрение передовых технологий в эту отрасль, особенно в посевную, позволяет эффективно и оперативно выполнять работы, используя систему GPS «умных» тракторов. Внедрение цифровых технологий в сельское хозяйство осуществляется в широком спектре мероприятий не только в период посевной, но и после посадки семян. Среди них работа по автоматическому определению количества воды, необходимого сельскохозяйственным культурам, с использованием «умных» датчиков, размещаемых под почвой, также показывает положительные результаты. Тот факт, что защита урожая от вредных насекомых теперь осуществляется автоматически, является примером того, как фермеры-арендаторы выполняют свою работу передовым и современным способом. Создание сайтов, доступных для особых категорий граждан в этой сфере, а также презентация необходимых и необходимых мероприятий, которые необходимо осуществить в агропромышленном комплексе, являются примером быстрых темпов работ, направленных на переход к цифровой экономике. Управление трудом в отраслях народного хозяйства (промышленность, сельское хозяйство, строительство, транспорт) решает задачи, характерные для каждой отрасли. Одной из ключевых задач здесь является обеспечение полного использования существующих в отрасли условий для укрепления экономических связей между предприятиями отрасли и повышения производительности труда.

Повышение производительности труда приводит к развитию промышленности и сельского хозяйства, расширению сферы услуг, гармоничному развитию экономики. При определении показателей производительности труда учитывается специфика отраслей. Например, обращается внимание на то, что показатели производительности труда в сельском хозяйстве носят сезонный характер и часто зависят от природных условий. Поэтому показатели производительности сельского хозяйства рассчитываются по итогам одного года, а любые происходящие изменения учитываются как среднее за несколько лет.

Подкормка растений минеральными удобрениями, ускорение раскрытия коробочек хлопчатника и сброс листьев – все это относится к сельскохозяйственным мероприятиям.

При распылении пестицидов на сельскохозяйственные культуры они наносят значительный вред растениям, воде, почве и атмосферному воздуху.

Можно создать и разработать специальный удобный веб-сайт для внедрения сельского хозяйства через цифровую систему, предоставляющую различные преимущества его пользователям. Функциональность созданного веб-сайта наглядно и понятно показана на рисунке ниже.

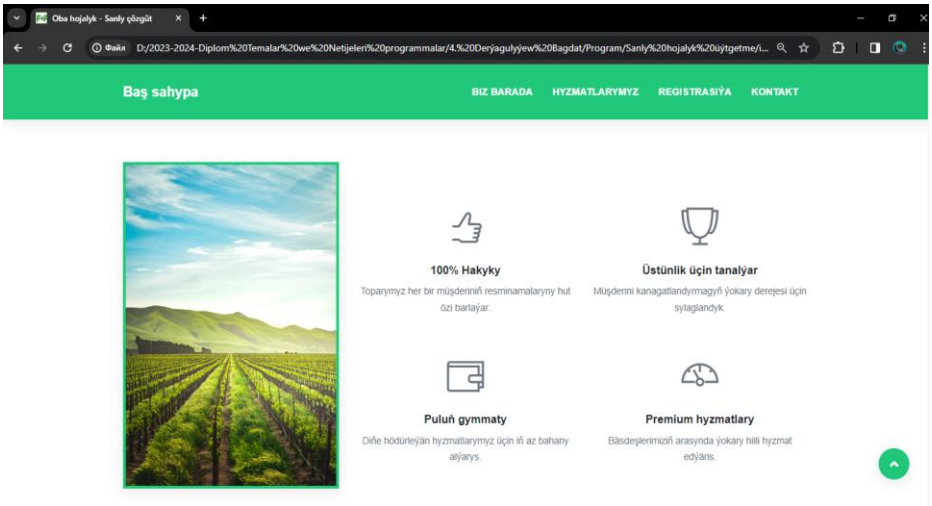


Рис. 1. Начальная страница сайта

Как показано на рисунке 1, домашняя страница содержит следующее:

– О нас – включает четкую информацию о содержании сайта и преимуществах, которые он предоставляет пользователю;

– Наши услуги – в какой форме пользователю предоставляются предлагаемые услуги, их качество и эффективность;

– Регистрация – осуществляется регистрация клиентов;

– Контакт – конечно, главным успехом наших клиентов в данной услуге является обмен опытом в выполнении работ и достижение положительных результатов.

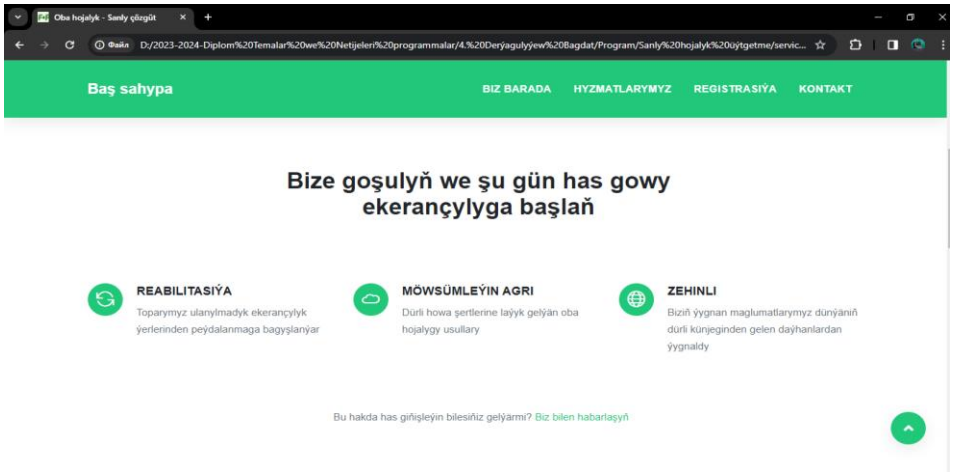


Рис. 2. Преимущества

Преимущества, представленные на рисунке 2:

– Реабилитация – то есть изучение, регистрация и предоставление клиентам информации, касающейся регистрации существующих пахотных земель в нашей стране и перевода их в специализированные сельскохозяйственные земли в соответствии с их местоположением или регионом;

– Сезонность земледелия – как известно, погодные условия в разных регионах страны различаются, поэтому в этой сфере предлагаются специальные мероприятия и методы ухода за почвой в зависимости от погодных условий;

– Зехинли – Вся информация, собранная на сайте, касается развития сельскохозяйственного сектора и его функционирования современным и эффективным образом не только в нашей стране, но и с целью информирования клиентов посредством информации о том, что это реализовано на примерах стран в этой области, сравнивая с достижениями других стран мира.

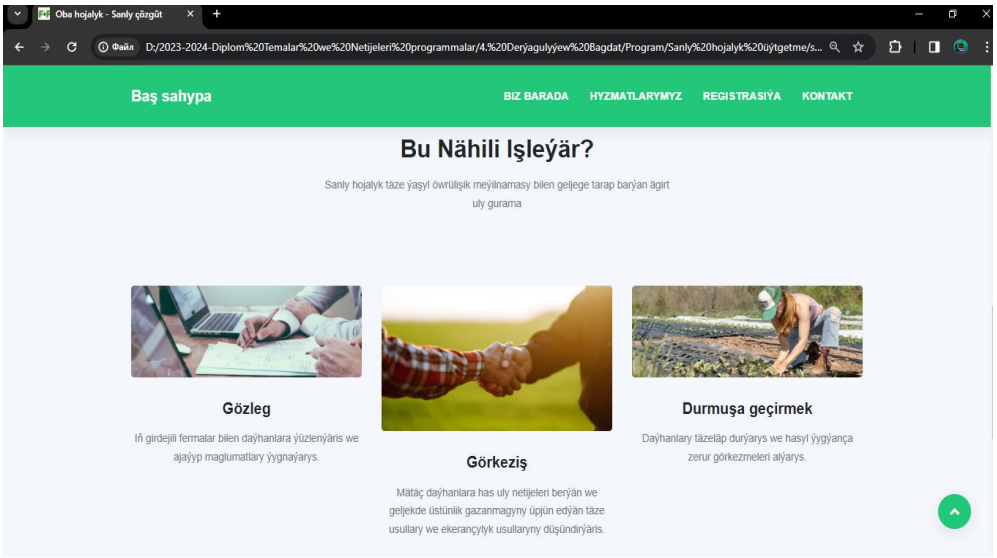


Рис. 3. Преимущества, предлагаемые пользователю веб-приложением

Преимущества, предлагаемые пользователю веб-приложением, показанным на рисунке 3, следующие:

– Цель поискового окна – предложить фермерам наиболее прибыльное направление в сельскохозяйственном секторе. Основная цель – определить пути достижения высокой урожайности и успешных результатов путем последовательного и эффективного выполнения задач с минимальными затратами и в установленные сроки. На этой основе планируется изучить достижения мирового сообщества в этой области и производить сельскохозяйственную продукцию в соответствии с почвенно-климатическими условиями страны;

– Введение – основная цель данного направления – помочь тем, кому необходимо включить эту отрасль в свою жизнь, т.е. клиентам, которые только начинают свой путь, достичь больших результатов на гибкой основе. Постоянно изучая достижения в этой отрасли, которые постоянно обновляются, мы предоставляем заказчику более надежный и простой метод;

– Передача в жизнь – главное, что учитывается в этой возможности, предлагаемой сайтом, – это постоянное обновление фермеров. Следующим шагом будет знакомство с новыми фермерами и предлагаемыми им новыми методами, а не опора на прошлые успехи для привлечения потенциальных клиентов;

– Общая цель – более эффективное внедрение результатов в аграрном секторе с помощью цифровых технологий, объединяющих работу различных частных предприятий и производителей технического оборудования, работающих в этой сфере.

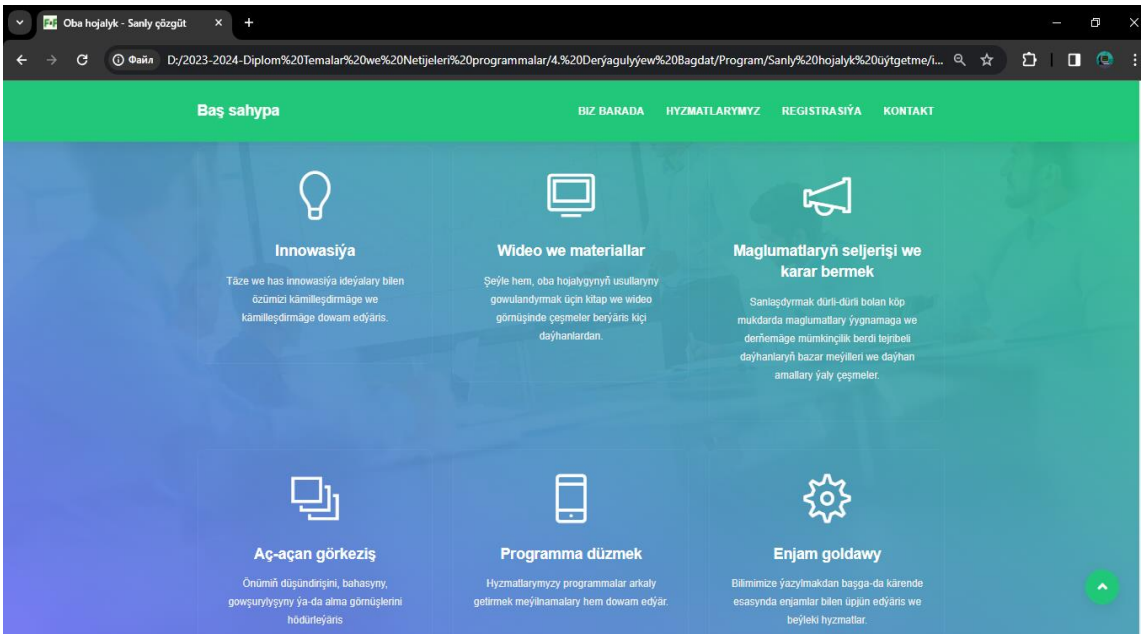


Рис. 4. Преимущества

Преимущества, представленные на рисунке 4:

– Инновации – конечно, наша повседневная жизнь окружена информацией, новостями, новостями. Как показано в этом окне, основная цель веб-программы – предоставить постоянным пользователям предложения, представленные в мире, путем улучшения сектора сельского хозяйства посредством инноваций;

– Видео и контент – метод необходим для достижения высоких результатов в любой отрасли. Самый доступный способ ознакомиться с этими методами – загрузить на сайт видеозаписи, а также аудиозаписи, что более понятно заказчику. С этой целью на сайте представлен следующий индекс:

– Анализ данных и принятие решений – одним из основных преимуществ сайта для клиента является категоризация различных техник в отрасли, таких как последовательность посадки сезонных культур, последовательность ухода за ними. В этом секторе предусматривается тесная поддержка фермеров, которые будут иметь более эффективный доход в ближайшие годы.

– Открытая презентация – в этой презентации объясняется цена основного товара, его качество и способы его покупки.

– Программирование – Это функция, которую обязательно должен выполнить основной клиент на сайте. По языку сайта показывает последовательность размещения вопроса, касающегося клиента, на языке программирования сайта и работы на сайте по расписанию;

– Поддержка оборудования – После регистрации сайта он не только предоставляет заказчику базу данных, но и предоставляет услугу по ее использованию в виде техники, необходимой в сельском хозяйстве.

В результате работа по развитию цифровой экономики и предоставлению цифровых услуг населению в доступной форме совершенствуется год от года, а ее результат направлен на улучшение условий жизни населения и развитие экономического потенциала страны.

Источники

1. Serdar Berdimuhammedow. “Ýaşlar watanyň daýanjy”. Türkmen döwlet neşirýat gullygy. Asgabat, 2023.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Bilim – bagtyýarlyk, ruhubelentlik, rowaçlyk // Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.
3. Атаев М., Чуриев М., Гельдиев Х., Язлыев Е. Некоторые вопросы создания программного обеспечения и интеллектуальных систем умного оборудования // Сборник трудов международной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, соискателей и докторантов «Рынок и эффективность производства-14». Көкшетау. Казахстан, 2018. С. 412-413.
4. Atayev M., Churiyev M., Atayev G., Agayev A., Abdiyev J. Development of technology for creating software in the electric power industry of Turkmenistan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2023. Vol. 1154.
5. Türkmenistanda sanly bilimi ösdürmegiň Konsepsiýasy. A. 2017.

УДК 004

СОЗДАНИЕ КОМПАКТНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВОГО СБОРА ДАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ФОРМУЛ

Аманов Сохбет Тачмухаммедович, Султанов Союн Гурбансахедович, Доврангелдийев Дидар Доврангелдийевич
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
muhammetnuratayev1@gmail.com

Аннотация. Это программное обеспечение представляет собой национальный программный пакет, включающий базу данных по химии для учащихся старших классов, студентов университетов и специалистов, работающих в области химии. Он содержит теоретические сведения, формулы, периодические таблицы и химическую информацию.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, блокчейн, энергоэффективность, киберугрозы.

CREATION OF COMPACT SOFTWARE FOR DIGITAL DATA COLLECTION OF CHEMICAL FORMULAS

Amanov Sohbet Tachmuhammedovich, Sultanov Soyun Gurbansahedovich, Dovrangeldiyev Didar Dovrangeldiyevich
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
muhammetnuratayev1@gmail.com

Abstract. This software is a national software package that includes a chemistry database for high school students, university students, and professionals working in the chemistry field. It contains theoretical, formulas, periodic tables, and chemical information.

Keywords: intellectual property, blockchain, energy efficiency, cyber threats.

В эпоху возрождения новой эпохи могущественного государства требования к каждой профессии в каждой отрасли должны быть современными, а значит, для дальнейшего совершенствования энергетической отрасли специалисты должны уметь пользоваться современными технологиями. В настоящее время, благодаря развитию современных технологий, открылись огромные возможности для их нового использования.

В настоящее время мобильные устройства, такие как телефоны, смартфоны и планшеты, можно использовать в ситуациях, когда использование компьютерных технологий затруднено или неудобно. Использование в этих технических средствах различного рода программного обеспечения позволяет

также использовать их в качестве небольших вычислительно-информационных кластеров.

В настоящее время рассматривается вопрос создания программного обеспечения для мобильных устройств. Эти программы очень удобно использовать на планшете или телефоне, особенно когда затруднительно использовать большие вычислительные устройства. Эти программы также можно использовать в качестве подготовки к процессу обучения.

В настоящее время наряду с компьютерами обработкой информации наравне с другими устройствами занимаются такие устройства, как планшеты, смартфоны и мобильные телефоны. Возможность доступа к глобальным и локальным беспроводным сетям, запуск программного обеспечения и небольшой размер делают их более удобными в использовании. Возможность встраивания программного обеспечения в эти технические устройства была обусловлена широким распространением специальных технических языков программирования. К этим языкам относятся HTML, JAVA, PHP и Dart. Теперь стало возможным программировать на этих языках и, используя специальное программное обеспечение, создавать и развертывать приложения для мобильных устройств.

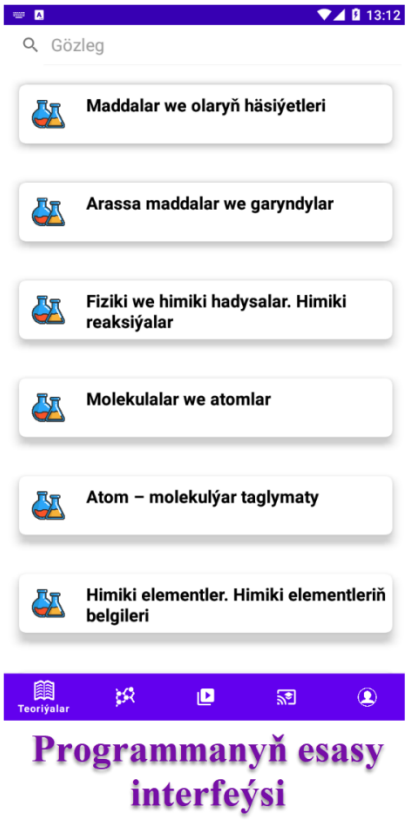


Рис. 1. Окно программы «Теории».

Об этом отечественном программном обеспечении пойдет речь в выпуске мобильного программного обеспечения «Химические формулы». Данное

программное обеспечение предназначено для разработки с использованием системы Android Studio. Приложение предназначено для использования на всех телефонах с платформой Android. Основная цель программного обеспечения – создание набора химических формул для старшеклассников, студентов вузов и специалистов, работающих в области химии. С помощью этой программы учащиеся старших классов, студенты вузов и специалисты, работающие в области химии, могут искать и использовать любую информацию, связанную с химией.

Для разработки отечественного ПО сначала были изучены основы программирования в Android Studio. Это программное обеспечение содержит информацию по химии в виде PDF-файлов и видеофайлов.

Программа включает в себя набор химических теорий, формул, периодических таблиц, видеоуроков и краткий набор тестов по химическим элементам, а также создана поисковая система для легкого поиска любой информации.

Мобильное приложение «Химические формулы» представляет собой информационное программное обеспечение. Это программное обеспечение представляет собой национальный программный пакет, содержащий базу данных по химии для учащихся старших классов, студентов университетов и специалистов, работающих в области химии.Onda himiýa dersine degişli gysgaça teoriýalar, formulalar, periodik tablisa, wideo sapaklar ýerleşdirilen.

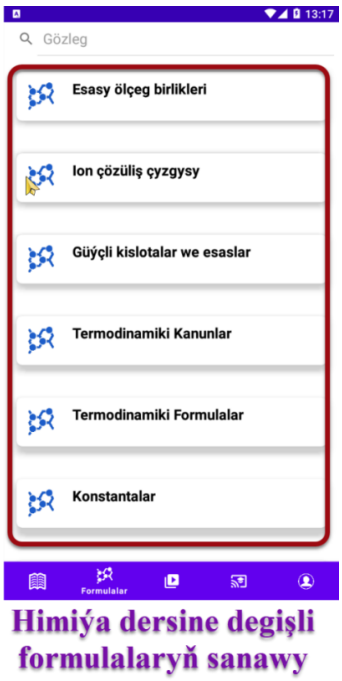


Рис. 2. Окно программы «Формулы»

Программа состоит из четырех основных частей. Они есть:

– Теории;

– Формулы;

– Видеоуроки;

– Видеоуроки;

Раздел программы «Теории» содержит несколько теорий, связанных с предметом химии, таких как «Химические концепции», «Растворы», «Периодическая таблица элементов», «Строение атома», «Химические связи», «Строение вещества» и «Классические формулы». Программа также предоставляет возможность поиска определенной теории с помощью строки поиска, расположенной над списком теорий.

Раздел программы «Формулы» содержит информацию, связанную с химией, а также в этом разделе размещены обучающие видеоуроки по химии.

Раздел программы «Видеоуроки» содержит обучающие видеоуроки по химии.

Раздел программы «Тест» содержит обучающие тесты, связанные с элементами периодической таблицы.

В целом, загрузив это приложение на мобильные телефоны, которые мы носим с собой каждый день, мы можем быстро найти информацию, связанную с химией. В настоящее время высшие учебные заведения по всей стране уделяют большое внимание подготовке программистов, инженеров и технологов, которые необходимы всем слоям общества. Проводится программная работа, направленная на то, чтобы учащаяся молодежь овладевала современными знаниями и науками и в дальнейшем направляла свой творческий труд, научно-технические идеи, производственные, инновационные и информационно-технологические исследования на благо укрепления основ экономики. Министерство финансов и экономики Туркменистана Получен сертификат о доступности данной программы для ЕСПЧ Государственной службы интеллектуальной собственности. Желающие воспользоваться этим национальным мобильным приложением могут обратиться в наш институт.

Источники

1. Gurbanguly Berdimuhamedow. Bilim – bagtyýarlyk, ruhubelentlik, rowaçlyk. // A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.

2. Лелекова Р.П., Орехова А.И., Белоконова Н.А. Общая химия. Екатеринбург. 2015.

3. Atayev M., Churiyev M., Atayev G., Agayev A., Abdiyev J. Development of technology for creating software in the electric power industry of Turkmenistan, 2023.

4. Türkmenistanda sanly bilimi ösdürmegiň Konsepsiýasy. A. 2017.

УДК 004

ТЕХНОЛОГИИ ОБМЕНА ДАННЫМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ IOT-ТЕХНОЛОГИЙ

Амирханова Аделина Фаритовна[1], Бабиков Олег Евгеньевич[2]
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
[1]Adelinaamirhanova3@gmail.com, [2]Olegsey1998@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются технологии обмена данными при использовании IoT-систем в энергетике. Основное внимание уделено ключевым компонентам IoT, включая датчики, исполнительные механизмы и беспроводные технологии, их применению для мониторинга, управления энергопотреблением и интеграции возобновляемых источников энергии. Приведены примеры внедрения IoT-решений и сравнительный анализ беспроводных технологий. Статья подчеркивает роль IoT в повышении энергоэффективности, автоматизации процессов и создании устойчивых энергетических систем.

Ключевые слова: беспроводные технологии, энергетические системы, IoT.

DATA EXCHANGE TECHNOLOGIES IN IOT SYSTEMS

Amirhanova Adelina Faritovna[1], Babikov Oleg Evgenievich[2]
KSPEU, Kazan, Russia
[1]Adelinaamirhanova3@gmail.com, [2]Olegsey1998@yandex.ru

Abstract. The article examines the relevance of using IoT technologies in the energy sector of public utilities, driven by the need to improve energy efficiency and optimize resource consumption. A comparative analysis of wireless technologies is conducted, focusing on parameters such as communication range, energy efficiency, data transfer speed, and implementation cost.

Keywords: wireless technologies, energy systems, Internet of Things (IoT).

Интернет вещей (IoT) – это цифровая сеть, объединяющая физические устройства через интернет, что позволяет им обмениваться данными и автоматизировать процессы. Эта технология открывает новые возможности для мониторинга, анализа и оптимизации энергетических систем, делая их более устойчивыми и интеллектуальными.

В работе рассмотрены технологии обмена данными в IoT-системах, применяемых в энергетике, проанализированы их преимущества и особенности, а также оценить перспективы их внедрения. Также приведен анализ беспроводных протоколов передачи данных для IoT-систем.

Таблица 1. Беспроводные технологии, используемые в IoT [3]

Техно-логия	Даль-ность действия	Скорость передачи данных	Энергопот-ребление (срок службы)	Стоимость установки	Применение и ключевые особенности
LoRA	≤50 км	0,3 – 38,4 кбит/с	Очень низкое (8–10 лет)	Низкая	Умные здания, интеллектуальное освещение. Большая дальность действия, низкая мощность, устойчивость к помехам.
NB-IoT	≤50 км	≤100 кбит/с	Высокое (1–2 года)	Низкая	Интеллектуальная сетевая коммуникация. Низкая мощность, большая площадь покрытия.
LTE-M	≤200 км	0.2–1 Мбит/с	Низкое (7–8 лет)	Средняя	Интеллектуальные счетчики. Высокая скорость передачи данных, безопасность.
Sigfox	≤50 км	100-600 бит/с	Низкое (7–8 лет)	Средняя	Умные здания (электрические розетки). Широкополосность, длительный срок службы батареи, низкая скорость передачи данных.
Weightless	≤5 км	100 кбит/с	Очень долгий	Низкая	Интеллектуальные счетчики. Гибкость в выборе частоты, высокая надежность.
Bluetooth	≤50 м	1 Мбит/с	Низкое (несколько месяцев)	Низкая	Умная бытовая техника. Малый радиус действия, высокая скорость передачи данных, простота интеграции.
Zigbee	≤100 м	250 кбит/с	Очень низкое (5–10 лет)	Низкая	Интеллектуальный учет. Сетевая топология, масштабируемость.
Satellite	>1500 км	100 кбит/с	Низкое	Высокая	Солнечные и ветряные электростанции. Глобальный охват, высокая задержка, надежность.

Эффективность внедрения IoT-технологий в энергетике напрямую зависит от их архитектуры и грамотного взаимодействия компонентов. Современная IoT-система представляет собой многоуровневую экосистему, где каждый элемент выполняет строго определенные функции [1]. Датчики собирают критически важные данные. В энергетике ЖКХ наибольшее распространение получили датчики температуры для контроля систем отопления, интеллектуальные счетчики воды и электроэнергии с

дистанционным съемом показаний, датчики давления в трубопроводах, а также сенсоры освещенности для автоматизации управления светом.

Следующим ключевым звеном являются исполнительные механизмы, которые преобразуют цифровые команды в физические действия. К ним относятся умные реле для управления нагрузкой, электроприводы запорной арматуры, контроллеры систем вентиляции и регуляторы напряжения. Эти устройства позволяют не только собирать данные, но и оперативно реагировать на изменения в системе, обеспечивая автоматизацию процессов.

Учитывая разнообразие доступных беспроводных технологий для IoT-решений в энергетике, ключевым становится вопрос выбора оптимального протокола для конкретных задач [2]. Для систематизации этой информации ниже представлена сравнительная таблица, охватывающая основные параметры современных технологий передачи данных.

Все рассмотренные технологии можно разделить на три категории по дальности действия: локальные (Bluetooth и Zigbee с радиусом до 100 м), городские (LoRa, NB-IoT и Sigfox, охватывающие до 50 км) и глобальные (LTE-M и спутниковая связь, работающие на расстояниях свыше 200 км).

Важнейшим параметром для автономных IoT-устройств является энергопотребление. Здесь явными лидерами выступают LoRa (срок службы батарей 8-10 лет) и Zigbee (5-10 лет), тогда как NB-IoT (1-2 года) и Bluetooth (несколько месяцев) требуют более частого обслуживания. Скорость передачи данных варьируется от минимально достаточной для телеметрии (0.3-38.4 кбит/с у LoRa) до значений, позволяющих передавать мультимедийные данные (до 1 Мбит/с у LTE-M).

С экономической точки зрения наиболее доступными решениями являются LoRa, Zigbee и NB-IoT, тогда как спутниковая связь и LTE-M относятся к более дорогостоящим вариантам. Например, при одинаковой дальности (до 50 км) LoRa демонстрирует в 5-8 раз лучшее энергопотребление по сравнению с NB-IoT, что делает его предпочтительным для автономных датчиков. Однако NB-IoT выигрывает в условиях плотной городской застройки благодаря лучшему проникновению сигнала в помещения.

Для конкретных задач в энергетике ЖКХ можно дать следующие рекомендации: для учета коммунальных ресурсов (вода, газ, электроэнергия) оптимальны LoRaWAN (стационарные объекты) и NB-IoT (плотная городская застройка); управление уличным освещением эффективно реализовывать через Zigbee (локальные кластеры) или LTE-M (централизованные системы); мониторинг удаленных объектов (подстанции, трубопроводы) требует применения спутниковой связи (крайне удаленные объекты) или LoRa (объекты в зоне покрытия); для систем «умный дом» лучше подходят Bluetooth (персональные устройства) и Zigbee (комплексные решения).

Перспективы развития IoT в энергетике связаны с совершенствованием технологий передачи данных, использованием искусственного интеллекта для анализа больших данных и расширением применения в распределённых энергосистемах [4]. Для успешной реализации этих направлений необходимо учитывать энергоэффективность, безопасность и масштабируемость решений. IoT открывает новые возможности для создания интеллектуальных, устойчивых и экономически эффективных энергетических систем будущего.

Сравнительный анализ беспроводных протоколов демонстрирует, что выбор технологии зависит от конкретных задач: LoRaWAN и NB-IoT эффективны для статичного мониторинга, LTE-M – для мобильных решений, а спутниковая связь – для удаленных объектов. Успешное внедрение IoT требует учета энергоэффективности, безопасности и масштабируемости.

Источники

1. Касатиков Н. Н., Брехов О. М., Николаева Е. О. Интеграция технологий искусственного интеллекта и интернета вещей для расширенного мониторинга и оптимизации энергетических объектов в умных городах // Труды МАИ. 2023. №. 131.

2. Упоров А. В., Михеев Е. С., Леонов С. В. Использование IoT технологий в цифровых двойниках и построение распределенных систем для сбора данных // Интеллектуальная энергетика. 2024: сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции, Томск, 2024.

3. Hoque K. et al. Integration of IoT in Energy Sector. International Journal of Computer Applications. 2024. Т. 975. С. 8887.

4. Hossein Motlagh N. et al. Internet of Things (IoT) and the energy sector. Energies. 2020. Т. 13. №. 2. С. 494.

УДК 621.39

WEB ПРИЛОЖЕНИЯ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Анисимов Андрей Владимирович
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В. И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, Россия
avanisimov@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрена методика построения Web приложений путем использования технологии веб-сервисов. Отмечено, что условия использования предлагаемой методики наличие соответствующей среды проектирования. Показана возможная реализация, что требует доступа к информационным ресурсам сети Интернет, а также при моделировании бизнес-процессов с помощью CASE-средств. Формирование умений решать поставленные задачи. Безопасность как выполнение условий стандартизации, устанавливаемой профессиональными консорциумами.

Ключевые слова: Web приложения, методы решения задач проектирования, оптимальное проектирование, взаимодействие между сервисами, web-сервер Apache Tomcat, среда разработки Eclipse, безопасность проекта, стандартизация.

WEB APPLICATION AND DESIGN SOLUTION

Anisimov Andrey Vladimirovich
St. Petersburg State Electrotechnical University «LETI» named after V. I. Ulyanov (Lenin),
St. Petersburg, Russia
avanisimov@yandex.ru,

Abstract. The methodology of building Web applications by using web services technology is considered. It is noted that the conditions for using the proposed methodology are the availability of an appropriate design environment. A possible implementation is shown, which requires access to information resources on the Internet, as well as when modeling business processes using CASE tools. Formation of skills to solve tasks. Safety as the fulfillment of the conditions of standardization established by professional consortia.

Keywords: Web applications, methods for solving design problems, optimal design, interaction between services, the Apache Tomcat web server, the Eclipse development environment, project security, standardization.

Освоение методов анализа процессов, связано с приобретением знаний технологий, используемых в проектировании [1]. Рациональное использование ресурсов - заранее разработанный план позволяет изначально позаботиться о

наилучшем использовании всех имеющихся ресурсов и избежать множества проблем, которые могут возникнуть по ходу выполнения проекта: перегрузки одного ресурса и наоборот – недозагрузки другого в определённые моменты времени, повышение дисциплины участников проекта – каждый человек видит свою текущую задачу и сроки её выполнения, а также все последствия того, что его этап не будет выполнен в поставленные перед ним сроки. Улучшенный контроль при проектном подходе позволяет руководителю проекта узнавать текущее состояние всего проекта, отслеживать отставания от графика, а также своевременно принимать необходимые меры.

Выявление работ, которые находятся на критическом пути, позволяет заранее продумать меры по предотвращению большинства неприятностей или, по крайней мере, осознать возможные проблемы, чтобы попытаться их избежать по ходу реализации проекта. Проектный подход основывается на анализе процессов. Цели разработки проекта связаны с тем, что проект разрабатывается, прежде всего, для структуризации самого процесса разработки. Наличие плана работ позволяет намного улучшить работу. Каждый проект создаётся для достижения какого-то определённого результата, причём обязательно в определённые сроки Расширение состава методов решения задач проектирования предполагает наличие соответствующих алгоритмов оптимизации, комплексный учет оптимизируемых параметров. При решении задач оптимизации резко возрастает роль распределения ресурсов, поскольку вопросы выбора компромисса активного участия проектировщика в процессе поиска оптимального проектного решения. Общим для задач принятия оптимальных решений, которые возникают на этапе построения проекта, является то, что они математически могут быть сформулированы как задачи. Оптимальное проектирование обладает особенностями, которые могут быть отнесены к функциям качества. Для решения подобных задач разработаны методы, посвящённые решению данной проблемы. Многообразие методов решения задач свидетельствует об отсутствии универсального метода, который позволял бы получать оптимальное проектное решение в любом случае и для любого класса объектов. Поэтому для решения этих задач существуют методы поиска относящиеся к категории оптимизации. В связи с этим возникает процедура выбора метода оптимизации. К настоящему времени уже сформировалась технология многометодного решения подобных задач. Теория методов поиска подобных решений развита недостаточно, тем не менее, наблюдающееся в настоящее время улучшение технических характеристик средств проектирования, стимулирует исследования в области разработки новых методов оптимизации. Определение стратегии поиска оптимальных проектных решений для выяснения деталей основана на анализе задач, предполагаемых для использования каких технологий и критериев

эффективности. Это нужно для того, чтобы представлять, какие именно работы надо выполнить для достижения необходимого результата. Получение знаний об информационных процессах основывается на приобретении специальных знаний и умений, необходимых для участия в проектировании. Проектирование основывается на выборе методов моделирования систем, структурировании и анализе цели и функции систем, проведении системного анализа прикладной области. При этом нужно изучать эффективные алгоритмы с использованием современных технологий. Наиболее эффективным методом объединения отдельных подсистем является использование технологии веб-сервисов, что позволяет перейти к описанию интерфейсов и их взаимодействий. Из-за слабо связанности отдельных подсистем технология веб-сервисов позволяет взаимодействовать между различными сервисами без ориентации на ту или иную платформу. Рассматривая некоторое клиент-серверное приложение, с клиентом браузером, а сервером - web-сервер, написанный, например, с использованием web-сервера ApacheTomcat, то клиент - это пользовательский интерфейс, который формирует запросы. Сервер обрабатывая запросы формирует web-страницу и обеспечивает диалог по протоколу HTTP. Web-сервер ApacheTomcat, интегрируется со средой разработки Eclipse. Реализация построения служб обеспечивается платформой WTP (WebToolsPlatform), которая относится к проектам с открытым кодом и разворачивается вместе с платформой Eclipse. Инструменты и программные интерфейсы, построения не зависят от технологии реализации. Программные интерфейсы обеспечивают выполнение серверов в Eclipse. По умолчанию Apache Tomcat использует для приема входящих подключений TCP-порт 8080. Возможен обмен через порты 8009 и 8005. Файл конфигурации \conf \server.xml. позволяет установить необходимые для обмена порты. Подключаемый модуль, поддерживает среду выполнения сервера. Имеется интернет-подсистема, встроенная в Eclipse. JSP-страница может быть создана в любом текстовом редакторе и не требует предварительной компиляции, поэтому она может быть включена непосредственно на сервер Tomcat. В WST имеется WebServiceExplorer, который выполняет поиск реестров для сетевой службы .Web Service Explorer поддерживает два стандарта – протокол UDDI и язык WSIL (Web Service Inspection Language). Результатом процесса распознавания является определение местонахождения документа WSDL. Связывание задач, возникающих при построении сетевых сервисов, создание, развертывание, тестирование сетевых служб, обеспечивается в составе подсистемы тестирования, что обеспечивает для сетевой службы средства обеспечения безопасности. Существуют ситуации, когда редакторы WSDL не обеспечивают проверку достоверности созданного документа. В этом случае ошибки обнаруживаются в ходе тестирования. Концепция предварительного

тестирования – это наиболее эффективный способ проверки работоспособности сетевой службы. Эта концепция предполагает выполнение тестирования до создания клиента. Это можно осуществить при помощи сервлета AxisServlet. Безопасность нужно рассматривать как самостоятельную задачу, основанную на проверке согласованности интерфейса клиента в процессе диалога с сервером. Существуют четыре крупных комплекса международных стандартов. Ресурсы сети «Интернет» обеспечивают информацией по этим стандартам. Стандартизация и сертификация программного обеспечения [2]. Технологии и стандартизация открытых систем. Совокупность знаний о разработке программных средств. Руководство [3]. Java обеспечивает решение поставленных задач при использовании web-сервера ApacheTomcat. Java-интерфейсы для web-приложений интегрируется с Eclipse. Сервлеты на Java, обрабатывают запросы клиента. Java-машина обрабатывает HTTP-запросы .JSP как расширение технологии эффективно и может быть рекомендовано для задач, связанных с образовательными технологиями.

Источники

1. Анисимов А.В. Расширение мировоззрения и формирование знаний на основе стандартов // Современное образование: содержание, технологии, качество. – Труды международной научно-технической конференции. СПб. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ». 2023. С.141-144.

2. Стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 – Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств, 2011.

3. Стандарт ISO 19759:2005 – SWEBOK, Совокупность знаний о разработке программных средств. Руководство. 2005

УДК 519.17

ОГРАНИЧЕНИЕ ПОДМНОЖЕСТВА РАССМАТРИВАЕМЫХ ВЕРШИН ГРАФА В ЗАДАЧЕ ПОИСКА КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ

Астахов Артур Михайлович
ФГАОУ ВО «СПбПУ», г. Санкт-Петербург, Россия
astahov_am@spbstu.ru

Аннотация. В исследовании приводится метод ограничения множества рассматриваемых вершин графа для алгоритма Беллмана-Форда за счет использования ограничения максимального расстояния. Приведена математическая формализация данного метода с описанием способов обработки вводимого ограничения на максимальное расстояние. Рассмотрена практическая реализация метода, основанного на использовании алгоритма Беллмана-Форда. В результате проведенного эксперимента выявлено уменьшение времени поиска кратчайшего пути от начальной вершины до ближайших, удовлетворяющих условию максимального расстояния на 46,67%, что обосновывает практическую значимость использования предлагаемого метода.

Ключевые слова: алгоритм Беллмана-Форда, граф, ограниченный граф, программное обеспечение, поиск кратчайшего пути.

RESTRICTION OF THE SUBSET OF CONSIDERED GRAPH VERTICES IN THE SHORTEST PATH SEARCH PROBLEM

Arthur M. Astakhov
SPbPU, Saint-Petersburg, Russia
astahov_am@spbstu.ru

Abstract. The study presents a method of restricting the set of considered graph vertices for the Bellman-Ford algorithm by using the maximum distance constraint. The mathematical formalization of this method is given with the description of the ways of processing the introduced maximum distance constraint. The practical realization of the method based on the use of the Bellman-Ford algorithm is considered. As a result of the conducted experiment the reduction of time of search for the shortest path from the initial vertex to the nearest ones satisfying the maximum distance condition by 46.67% is revealed, which substantiates the practical significance of using the proposed method.

Keywords: Bellman-Ford algorithm, graph, bounded graph, software, shortest path search.

Использование алгоритмов поиска кратчайшего пути широко распространено в задачах навигации [1, 2]. В частности, это относится и к алгоритму Беллмана-Форда, являющемуся одним из алгоритмов, применимых в подобных задачах.

Каждый из алгоритмов поиска кратчайшего пути имеет собственные особенности, концепции организации поиска, техники и подходы. Разнообразие подобных алгоритмов связано с необходимостью решения различных задач, направленных на поиск кратчайших путей от начальной вершины до многих, а также поиска кратчайшего пути от начальной до конечной. Но основополагающим отличием является необходимость снижения вычислительной сложности алгоритмов для обеспечения высокой скорости обработки графа [3].

Алгоритм Беллмана-Форда, в свою очередь, направлен на поиск кратчайшего пути от одной вершины до остальных, при использовании взвешенного графа [4]. Также данный алгоритм допускает наличие в графе ребер с отрицательным весом [5, 6].

Стоит отметить, что в данном исследовании проводится использование алгоритма Беллмана-Форда для ориентированного графа с двунаправленными неотрицательными ребрами.

Особенность данного алгоритма, позволяющая производить поиск кратчайшего пути от одной вершины до остальных, дает возможность применения его во множестве задач поиска расстояния от рассматриваемой вершины до остальных объектов (заданных как вершины). Вычислительная сложность алгоритма Беллмана-Форда имеет следующий вид:

$$O(V \cdot E) \tag{1}$$

где V – количество вершин в графе, E – количество ребер в графе.

Исходя из вычислительной сложности, время выполнения поиска кратчайшего пути зависит от размерности рассматриваемого графа, но не каждая задача, реализуемая с применением подобных алгоритмов, требует поиск путей до всех вершин.

В частности, для большинства задач требуется поиск расстояний не по критерию поиска кратчайшего пути по всему графу, а поиск по установленному ограничению дальности рассматриваемых объектов (заданных как вершины в графе) от начального рассматриваемого объекта, тем самым можно ограничить задачу для работы алгоритма Беллмана-Форда.

Ключевым этапом формирования задачи ограничения множества рассматриваемых вершин графа является заранее установленное ограничение максимального расстояния длины от начальной вершины. В результате использования подобного условия возникает возможность ввести ограничение на область рассматриваемого графа за счет особенности работы алгоритма Беллмана-Форда, который производит поиск кратчайшего пути, проводя поиск постепенного расширения области рассмотренных вершин.

Для ускорения процесса поиска кратчайшего пути при любой размерности графа потребуется рассматривать подмножество графа, границы

которого будут определяться по мере сравнения заданного условия максимального расстояния с имеющимся значением расстояния от начальной вершины до рассматриваемой.

Перейдем к рассмотрению зачади анализа графа при использовании алгоритма Беллмана-Форда с вводимым ограничением максимального расстояния от начальной вершины.

Пусть задан граф $G = (V, E)$, а также начальная вершина $s \in V$. Для выделения подмножества рассматриваемого графа вводится критерий максимального расстояния d_{max} так, что множество допустимых вершин определяется следующим образом:

$$V_{d_{max}} = \{v \in V \mid d(s, v) \leq d_{max}\}, \quad (2)$$

где $d(s, v)$ – кратчайшее расстояние от s до v.

В процессе анализа всех вершин алгоритмом Беллмана-Форда будет найдена вершина v^* такая, что:

$$d(s, v^*) > d_{max}. \quad (3)$$

Необходимость поиска такого пути в процессе анализа графа алгоритмом связано с тем, что при имеющейся вершине $v \in V_{d_{max}}$ и удовлетворяющей условию $d(s, v) < d_{max}$, алгоритм продолжит поиск кратчайшего пути до v^*, выходящей за пределы множества $V_{d_{max}}$.

Данное условие обусловлено недостигнутой границей множества $V_{d_{max}}$ из-за того, что значение кратчайшего пути $d(s, v)$ не равно максимальному расстоянию d_{max}.

Будем называть вершины, выходящие за границы множества $V_{d_{max}}$ и являющиеся соседними для вершин, входящих в данное множество, внешними соседями. Данные внешние соседи образуют множество следующего вида

$$V_{out} = \left\{v^* \in V \mid d(s, v^*) > d_{max}, v^* \notin \partial V_{d_{max}}\right\}, \quad (4)$$

где $\partial V_{d_{max}}$ – множество граничных вершин.

Данное множество внешних соседних вершин имеет следующий вид:

$$\partial V_{d_{max}} = \{v \in V \mid d(s, v) = d_{max}\} \cup \{v \in V \mid \exists\, v^* \in P(v) : d(s, v^*) > d_{max}\},$$

где $P(v)$ – множество вершин, достижимых из v.

В результате вычислительная сложность алгоритма Беллмана-Форда при вводимом ограничении на максимальное расстояние имеет вид

$$O(V_k, E), \quad (5)$$

где V_k – множество вершин, которое содержит подмножества $V_{d_{max}}$ и V_{out}.

Относительно рассматриваемого множества вершин V в заданном графе G, V_k является подмножеством вершин, благодаря которому возможно уменьшить область поиск удовлетворяющих вершин. Несмотря на неизменность функции структуры вычислительной сложности, общее время вычислений при практическом использовании алгоритма с применением предлагаемым методом будет снижена за счет сжатия множества вершин.

Обоснованием безусловности решения задачи при вводимом ограничении на максимальное расстояние является нахождение вершин, принадлежащих множеству V_{out}, тем самым формирующих область, ограничивающую удовлетворяющие условию максимального расстояния вершины. Подобная особенность в процессе работы ограничения множества графа приводит к тому, что количество рассмотренных вершин для поиска пути не соответствует количеству вершин, принадлежащих $V_{d_{max}}$, но меньше количества вершин, содержащихся в графе.

В результате алгоритм Беллмана-Форда не требует полного перебора всех вершин, тем самым повышая скорость выполнения перебора всех возможных ближайших вершин, удовлетворяющих условие максимального расстояния от начальной.

Для оценки скорости выполнения алгоритма Беллмана-Форда с вводимым ограничением на максимальное расстояние при практическом использовании было реализовано программное обеспечение на языке программирования Java. Для проводимого эксперимента был взят ориентированный граф с двунаправленными и неотрицательными ребрами, содержащий 195 вершин, начальной вершиной является одна случайно выбранная вершина.

На рисунке 1 представлена реализация запуска 100 000 итераций классического вида алгоритма Беллмана-Форда без ограничения рассматриваемых вершин по расстоянию, алгоритм находит расстояние до всех вершин графа от начальной.

```
Количество измерений: 100000
Общее время выполнения алгоритма: 30 мс
```

Рис. 1. Результат поиска кратчайшего пути алгоритмом Беллмана-Форда без предлагаемого метода ограничения на максимальное расстояние

На рисунке 2 представлена реализация запуска 100 000 итераций алгоритма Беллмана-Форда с предлагаемым методом ограничения рассматриваемых вершин по расстоянию от начальной вершины.

В результате поиска кратчайшего пути алгоритмом Беллмана-Форда при вводимом ограничении на максимальное расстояние была проанализирована область 12 вершин вместо всех 195 вершин графа. Благодаря уменьшению

области рассматриваемого графа время выполнения алгоритма было уменьшено на 46,67%.

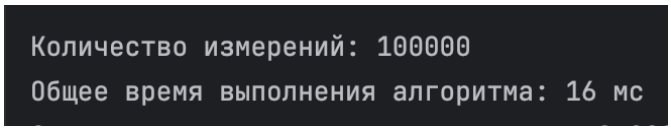


Рис. 2. Результат поиска кратчайшего пути алгоритмом Беллмана-Форда при вводимом ограничении на максимальное расстояние

Несмотря на необходимость поиска кратчайших путей до вершин, не принадлежащих к множеству вершин, удовлетворяющих условию максимального расстояния, время, необходимое для обработки графа алгоритмом Беллмана-Форда, снижено. Также благодаря этому результат анализа ближайших вершин имеет достоверный результат без потерь, тем самым находя все пути до вершин, удовлетворяющих вводимому условию максимального расстояния.

Источники

1. Агафонов А.А., Мясников В.В. Метод определения надежного кратчайшего пути в стохастической сети с использованием параметрически заданных устойчивых распределений вероятностей // Информатика и автоматизация. 2019. Т. 18. №3. С. 558–582.

2. Чертков А.А. Автоматизация выбора кратчайших маршрутов судов на основе модифицированного алгоритма Беллмана-Форда // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала СО Макарова. 2017. №5 (45). С. 1113–1122.

3. Głabowski M. et al. Efficiency evaluation of shortest path algorithms // The Ninth Advanced International Conference on Telecommunications (AICT) 2013 Proceedings. 2013. С. 154-160.

4. Bellman R. On a routing problem // Quarterly of applied mathematics. 1958. Т 16, С. 87-90.

5. Изотова Т.Ю. Обзор алгоритмов поиска кратчайшего пути в графе // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2016. №19. С. 341–344.

6. Листопад Н.И., Карук И.А., Хайдер А.А. Алгоритмы поиска кратчайшего пути и их модификация // Цифровая трансформация. 2016. №1. С. 48–63.

УДК 004

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, УЧИТЫВАЮЩИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ЛАМПАМИ

Атаев Мухаммеднур Абдылгапурович, Аррыкова Гульджемал Керимназаровна, Аннаева Айлар Ражаповна
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
muhammetnuratayev1@gmail.com

Аннотация. Правильный расчет и оптимизация энергопотребления электроприборов, в том числе освещения, имеют важное значение для формирования экологически чистого и энергоэффективного образа жизни.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, энергосбережение, вычисления в программировании на Python

LAMP ENERGY CONSUMPTION-AWARE SOFTWARE CAPABILITIES

Atayev Muhammednur Abdylgapurovich, Arrykowa Guljemal Kerimnazarovna, Annayewa Aylar Razhapovna
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
muhammetnuratayev1@gmail.com

Abstract. Correct calculation and optimization of energy consumption of electrical appliances, including lighting, are important for the formation of an environmentally friendly and energy-efficient lifestyle.

Keywords: intellectual property, energy saving, computing in python programming

Особое значение имеет активизация международных связей в сфере образования. Это интеллектуальная дипломатия, которая является связующим звеном между культурами, образовательными системами и научными сообществами разных стран и народов. В настоящее время в нашей стране накапливается богатый опыт, необходимый для повышения конкурентоспособности отечественного образования, обеспечения его успешной интеграции в мировое образовательное пространство и в целом построения общества, основанного на знаниях.

Туркменистан нацелен на ускорение темпов и повышение качества подготовки кадров высокого уровня в различных областях, уделяя особое внимание развитию национальной экономики путем ее диверсификации и созданию необходимых условий для ускоренного развития промышленности нашей страны. По поручению главы государства высшие учебные заведения нашей страны активно развивают сотрудничество с зарубежными образовательными центрами по обучению и подготовке молодых специалистов.

Потому что знания молодых людей необходимы для успешной реализации масштабных, перспективных программ развития, направленных на создание ведущих отраслей промышленности.

Создана отечественная программа «Программные возможности учета энергопотребления ламп» на языке программирования Python. Эффективное использование энергии является одной из важнейших проблем современного общества. Правильный расчет и оптимизация энергопотребления электроприборов, включая освещение, имеют решающее значение для продвижения экологически чистого и энергоэффективного образа жизни. Для расчета энергопотребления светильников было создано программное обеспечение с использованием Python. Для этой цели были использованы математические и аналитические инструменты Python.

Для расчета потребления энергии используются различные модели и методы. Энергопотребление ламп зависит от ряда факторов, включая световой поток, время работы, электрическую мощность и способ потребления энергии.

В программе на Python для выполнения энергетических расчетов можно использовать несколько математических и статистических библиотек. Среди них NumPy и Pandas являются одними из основных инструментов для обработки данных. Анализ данных и представление результатов в виде графических диаграмм выполняются с использованием таких библиотек, как Matplotlib и Plotly. Преимущества Python перед другими языками программирования – его простота, обширная библиотечная база и удобный инструментарий. В данном программном обеспечении были изучены методы и модели, используемые для расчета энергопотребления ламп. Основная цель программы – создать благоприятные условия для пользователей, чтобы они могли экономить электроэнергию и точнее рассчитывать свои расходы. Структура программы состоит из двух основных частей и реализована с использованием языка программирования Python.

При разработке программы использовались библиотеки Python:

1. Tkinter – используется для создания пользовательских интерфейсов. Эта библиотека использовалась для создания форм, кнопок и полей ввода для интерактивного взаимодействия с пользователем.

2. Математика – используется для выполнения математических операций. Для расчета электроэнергии были выполнены арифметические операции.

3. Дата и время – используется для расчетов, связанных с датой и временем. Интервал между начальными и конечными данными для расчетов определялся этой библиотекой.

Ниже описана последовательность работы программного обеспечения, которое рассчитывает энергопотребление этих производимых ламп:

Рис. 1. Главное окно программы.

Рис. 2. Отдел по расчету платы за потребленную энергию

Как видно на рисунке, отображается первое окно, которое появляется при запуске программы. Это окно является домашней страницей программы.

– Отдел расчета потребления электроэнергии лампами.

– Раздел расчета платы за потребленную энергию.

В этом разделе пользователь вводит мощность (в ваттах) и время работы (в часах) электрической лампы. Алгоритм программы использует следующую формулу (1):

$$\text{Энергия}\ (KW/\text{ч}) = \text{Мощность}\ (W) \times \text{Время}\ (\text{ч}) \div 1000 \quad (1)$$

Когда пользователь нажимает кнопку «Рассчитать», программа выполняет эту формулу и отображает результат.

В этом разделе пользователь вводит начальные и конечные показания счетчика электроэнергии. Также тариф за 1 KW/час установлен в размере 2 маната 50 тенге. Алгоритм использует следующую формулу (2):

$$\text{Стоимость (в манатах)} = (\text{Последняя цифра} - \text{Первая цифра}) \times \text{Курс} \quad (2)$$

Этот метод позволяет пользователям самостоятельно рассчитывать свои затраты. При нажатии кнопки «Рассчитать» вы можете увидеть результат.

Эта программа, созданная с использованием метода STEM, повышает уровень знаний пользователей и делает их грамотными в расчетах электроэнергии. Программа отличается простотой пользовательского интерфейса и точностью результатов.

Эта программа представляет собой не только процессор данных, но и надежный инструмент, позволяющий пользователям экономить электроэнергию и эффективно управлять расходами в повседневной жизни. В дальнейшем планируется развитие дополнительных функций программы и повышение точности расчетов.

Источники

1. Serdar Berdimuhammedow. “Ýaşlar watanyň daýanjy”. Türkmen döwlet neşirýat gullygy, 2023. Asgabat.

2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Bilim – bagtyýarlyk, ruhubelentlik, rowaçlyk. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.

3. Атаев М., Чуриев М., Гельдиев Х., Язлыев Е. Некоторые вопросы создания программного обеспечения и интеллектуальных систем умного оборудования // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Рынок и эффективность производства-14». Көкшетау, Казахстан, 2018. С. 412-413.

4. M Atayev, M Churiyev, G Atayev, A. Agayev and J. Abdiyev. Development of technology for creating software in the electric power industry of Turkmenistan, 2023.

5. Türkmenistanda sanly bilimi ösdürmegiň Konsepsiýasy. A. 2017.

УДК 697.343

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ НАГРУЗОК

Байбахова Кадиша Шотановна
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара, Россия
kadishabaybakhova@mail.ru

Аннотация. Работа направлена на разработку оптимизационных решений для повышения энергоэффективности тепловых сетей централизованного городского теплоснабжения. Правильная оптимизация режимов работы тепловых сетей помогает обеспечить эффективное и надежное теплоснабжение, снизить затраты на производство и теплопередачу, а также повысить экологическую эффективность системы.

Ключевые слова: теплоснабжение, оптимизация, магистральный трубопровод, тепловые сети, температурный график, гидравлический режим.

OPTIMIZATION OF HEATING NETWORKS IN CONDITIONS OF CHANGING LOADS

Baybakhova Kadisha Shotanovna
Samara State Technical University, Samara, Russia
kadishabaybakhova@mail.ru

Abstract. The work is aimed at developing optimization solutions to improve the energy efficiency of heating networks of centralized urban heat supply. Proper optimization of the operating modes of heating networks helps to ensure efficient and reliable heat supply, reduce production and heat transfer costs, and increase the environmental efficiency of the system.

Key words: heat supply, optimization, main pipeline, heating networks, temperature graph, hydraulic mode.

Работа направлена на разработку оптимизационных решений для повышения энергоэффективности тепловых сетей централизованного городского теплоснабжения г. Шымкент. Правильная оптимизация режимов работы тепловых сетей помогает обеспечить эффективное и надежное теплоснабжение, снизить затраты на производство и теплопередачу, а также повысить экологическую эффективность системы. Управление и оптимизация тепловых сетей в условиях меняющихся нагрузок – сложная, но важная задача, решение которой позволит повысить энергоэффективность, снизить эксплуатационные расходы и уменьшить вредные выбросы в окружающую среду.

Современное состояние тепловых сетей г. Шымкента в условиях изменяющихся нагрузок требует внедрения новых технологий управления и оптимизации, которые позволят эффективно реагировать на изменения в потреблении тепла, климатические колебания и экономические вызовы. Для этого

необходимо сочетание модернизации инфраструктуры, внедрения интеллектуальных систем, улучшения прогнозирования нагрузки и повышения энергоэффективности, а также разработки долгосрочных стратегий для устойчивого теплоснабжения в условиях климатических и экономических изменений.

Цель исследования: анализ существующих подходов и методов управления и оптимизации тепловых сетей в условиях изменений нагрузки.

Методы управления и оптимизации тепловых сетей. Одним из основных методов оптимизации работы тепловых сетей является использование моделей для прогнозирования изменения нагрузки в реальном времени.

АО «3-Энергоорталық» является энергоисточником с комбинированным производством тепло и электроэнергии. ТЭЦ-3 обеспечивает теплом и горячей водой 70% жилых домов, а также учреждений и организаций города. Тепловая электростанция также занимается производством электрической энергии, которая поставляется в теплоснабжающую организацию ГКП «Куатжылуорталык-3». Среднегодовой объем вырабатываемой электроэнергии ТЭЦ составляет 700 млн кВт/ч. Источник теплоснабжения АО «Энергоорталық-3» удаленно от города на 16 км, обеспечивает теплоснабжением и горячим водоснабжением 70% города Шымкент. Из-за разности геодезических отметок земли АО «Энергоорталық-3» находится на высоте, а город намного ниже расположено с неоднородным рельефом, в связи с этим для циркуляции теплоносителя в городе бесперебойно работает 17 обратных насосных станции (откачивающих). Удаленность источника от города повышают нормативные тепловые потери, превышает затраты на электроснабжение насосных станции, а также создается невозможность оперативно регулировать теплофикационными режимами тепловых сетей. Из-за невозможности ТЭЦ-3 предоставить нормативные количество сетевой воды для заполнения тепловых сетей, проводится подмес на насосных станциях, т. е. смешивается обратная сетевая вода с подающей, вследствие его происходит охлаждение теплоносителя.

Теплоснабжение города осуществляется по тепловым сетям ГКП «Куатжылуорталык-3» и ТОО «Нур Арыстан». Теплоносителем для транспортировки тепловой энергии потребителям г. Шымкента является химически очищенная вода, которая так же используется на нужды горячего водоснабжения населения и юридических лиц (бюджетных и промышленных организаций). Система горячего водоснабжения г. Шымкента - открытая, горячая вода к водоразборным приборам местных систем горячего водоснабжения подается непосредственно из тепловых сетей. Поэтому химически очищенная вода, поступающая в трубопроводы тепловых сетей от теплоисточников (АО «3-Энергоорталык») соответствует действующим в РК требованиям Санитарно-эпидемиологических правил и норм «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации систем централизованного горячего водоснабжения», утвержденных Приказом Министра здравоохранения РК № 506

от 28.07.2004г. ГКП «Куатжылуорталық-3» теплом обеспечивает более 74 тысяч потребителей мегаполиса. 1854 многоэтажных дома получают тепло по централизованной системы из «Энергоорталық-3», 6 из 11 котельных будут подавать тепло в многоэтажки микрорайонов Нурсат, Туран, Шым-сити, Нью-сити и микрорайон Турлан.

Всего по городу находятся 392,6 км тепловых сетей – из них:

– магистральных тепловых сетей – 64,39 км;

– внутриквартальных тепловых сетей – 328,21 км.

По теплоснабжению от источника ТЭЦ-3 город разделена на «Северную» и «Южную» зону. В городе функционирует индивидуальные котельные РК-3, К-19, К-24, К-54, ПМК-49. Из них К-19 и ПМК-49 отапливается углем.

На Северной зоне всего 12 обратные откачивающие насосные станции РК-1,РК-2,К-1,К-16,К-21 (ранее котельные, в настоящее время работают как откачивающие обратные насосные станции), ОНС-1, ОНС-2, ОНС-3, ОНС-4, ОНС «Цемпоселок», ОНС «Нурсат», ОНС «Жибекжолы», Подающая насосная «ПНС-5».

На Южной зоне всего 5 обратные откачивающие насосные станции К-4, К-9, (ранее котельные, в настоящее время работают как откачивающие обратные насосные станции), ОНС «Моторная», ОНС «Гагарина», ОНС «Амангельды». Подающая насосная станция «ПНС Республика» [1].

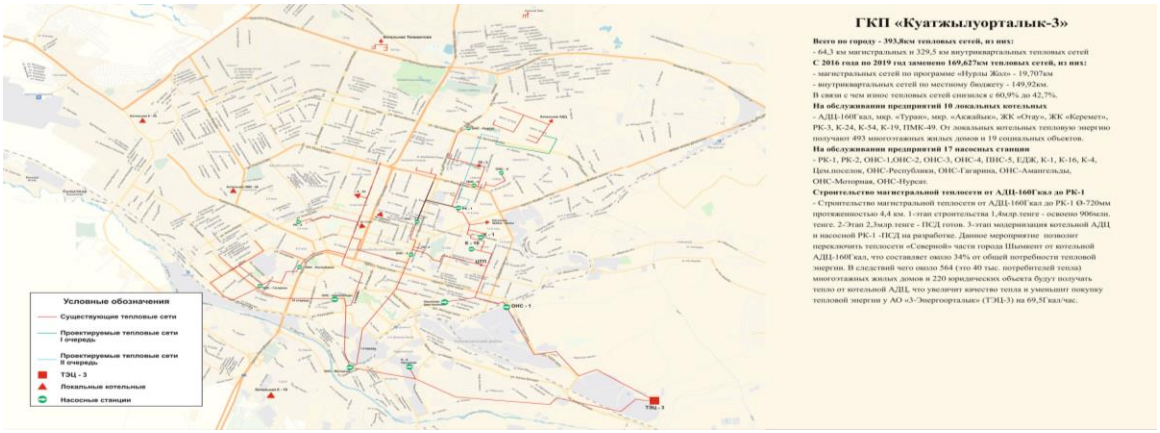


Рис.1. Магистральные тепловые сети и котельные г. Шымкент

В работе по управлению и наладке режимов работы тепловых сетей задействованы структурные подразделения «Куатжылуорталық-3», которые разрабатывают оптимальные тепло-гидравлические режимы и мероприятия по их организации, анализируют фактические режимы, выполняют разработанные мероприятия и наладку систем автоматического регулирования (Т-Гид программа), а также оперативно управляют режимами и контролируют потребление тепловой энергии и др. Разработка режимов работы тепловых сетей осуществлялась с использованием программного обеспечения Т-Гид. Подробная схема тепловой сети и база данных, содержащая характеристики всех элементов схемы (участков магистральных и блочных трубопроводов, насосного

оборудования, запорной и регулирующей арматуры, ПНС, ЦТП и ТПНС, схем подключения и нагрузок тепловых узлов (потребителей), формируются в соответствии с централизованная система теплоснабжения города Шымкент.

Гидравлический расчет производился в программе Т-Гид программа (Караганда). По данной программе Т-Гид производились гидравлические расчеты по выставке дроссельных устройств (шайб, сопел) на вводах у потребителей тепловой энергии, так же выставка дроссельных устройств (шайб) в колодцах магистральных, распределительных сетей, с расчетными диаметрами. Производились расчеты пьезометрического графика. В отдельных случаях при невозможности устранения причин завышенных по сравнению с расчетом потерь напора, например при заниженных диаметрах трубопроводов, может быть произведена корректировка гидравлического режима путем изменения напора сетевых насосов с таким расчетом, чтобы располагаемые напоры на тепловых вводах потребителей соответствовали расчетным. Регулировка систем теплоснабжения с нагрузкой горячего водоснабжения, для которых гидравлический и тепловой режимы были рассчитаны с учетом дроссельных. Степень соответствия фактического расхода воды расчетному определяется температурным перепадом воды в системе или в отдельном тепло потребляющем приборе. Заниженный температурный перепад указывает на завышенный расход воды и соответственно завышенный диаметр отверстия дроссельной диафрагмы или сопла. Завышенный температурный перепад указывает на заниженный расход воды и соответственно заниженный диаметр отверстия дроссельной диафрагмы или сопла.

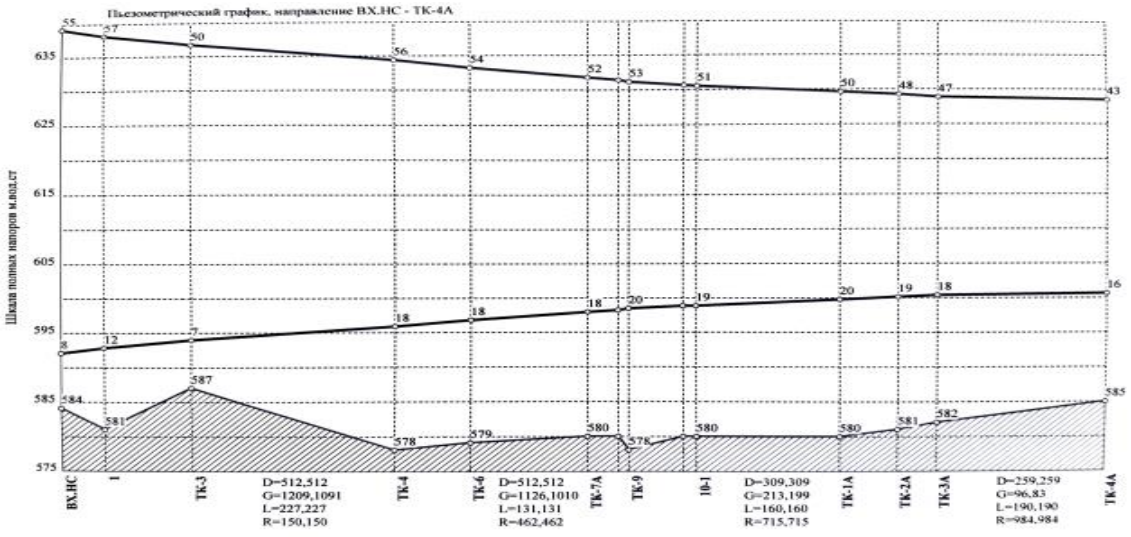


Рис. 2. Пьезометрический график

Температурный график и гидравлические режимы в разных отметках разные, так как в городе Шымкент геодезия разное, рельеф города не однородная. Чтобы создать единую систему теплоснабжения потребителям, соответственно нужно было создать перепады для регулирования давления, и это сказывается на

температурном графике, поэтому фактически температурный расчет для потребителей рассчитывается 95/70 ºС. Согласно, гидравлического расчета, перепады в разных котельных разные, так же и температурный режим. При этом источник ТЭЦ-3 рассчитана на температурный график 130/70 ºС. Утвержденный применяемый для расчетов тепловой нагрузки города Шымкент наружный температурный воздух -14 ºС, применяемый коэффициент удельная норма 1,32. Ранее до 2021 года применялся для расчета наружного воздуха -17 ºС, коэффициент удельной нормы 1,24.

Помимо расчета оптимальных режимов и разработки мероприятий по вводу в эксплуатацию, Т-Гид программа также позволяет операционному и инженерному персоналу работать в едином информационном пространстве:

1. Анализ технического состояния системы теплоснабжения, фактического состояния сети, режима, повреждения трубопровода;

2. Моделирование аварийных ситуаций, в том числе аварийных ситуаций в чрезвычайных ситуациях;

3. Оптимизация плана замены трубопровода и определение приоритетности замены;

4. Проектирование и модернизация системы теплоснабжения, включая оптимизацию плана модернизации и развития тепловых сетей.

Основным критерием решения задачи оптимизации при разработке режимов и перераспределении тепловых нагрузок является снижение затрат на производство и транспортировку тепловой энергии при существующих технических ограничениях (доступная мощность и характеристики оборудования источников тепла, пропускная способность тепловых сетей и характеристики оборудования насосных станций, допустимые эксплуатационные расходы, параметры систем теплопотребления и т. д.).

Режим работы разработанной тепловой сети согласовывается с источником тепла, утверждается и направляется в подразделение по источнику тепла и эксплуатации для руководства и планирования режима работы оборудования. При разработке режима также разрабатываются, утверждаются и выдаются региону эксплуатации и потребителям для исполнения до начала отопительного периода мероприятия, необходимые для организации режима работы магистральной теплосети и системы теплопотребления. Согласно системе теплопотребления, установка дроссельного устройства осуществляется наладчиками режимной группы и другими собственниками под наблюдением должностных лиц абонентского отдела теплового округа во время приемки в эксплуатацию. Кроме того, специалисты следят за выполнением этих мероприятий, в том числе выборочно для систем теплопотребления. После начала отопительного периода в блоке управления проводятся пусконаладочные работы, устанавливается регулятор и проводятся регулировочные работы в системе теплопотребления [1].

Перспективы развития управления и оптимизации тепловых сетей в условиях изменяющихся нагрузок города Шымкент требуют учета множества

факторов, включая рост населения, климатические особенности, экономические реалии и необходимость внедрения современных технологий. В условиях динамично меняющегося потребления энергии, особенно в зимний период, и колебаний климатических условий, оптимизация и улучшение управления тепловыми сетями становятся крайне важными.

Перспективы включают:

– Реконструкция старых теплотрасс и котельных с целью снижения потерь тепла и повышения эффективности использования энергии;

– Обновление систем управления для обеспечения более гибкого регулирования потоков тепла в зависимости от изменения потребления.

– Использование современных материалов и технологий, таких как теплоизоляция высокого качества, а также внедрение автоматизированных систем для контроля и регулирования теплоснабжения.

Прогнозирование нагрузки: Использование алгоритмов машинного обучения для прогнозирования сезонных и суточных колебаний в потреблении тепла, что позволяет более точно регулировать распределение тепловых потоков.

Адаптация к изменяющимся условиям: Автоматическое регулирование температуры в трубопроводах, оперативное изменение работы котельных и насосных станций в зависимости от текущей и прогнозируемой нагрузки.

Минимизация теплопотерь: Установка датчиков для выявления утечек тепла и систем автоматического регулирования с целью их минимизации.

Перспективы развития управления и оптимизации тепловых сетей города Шымкент включают в себя внедрение передовых технологий, улучшение инфраструктуры и повышение энергоэффективности. В долгосрочной перспективе это обеспечит стабильность теплоснабжения, снижение теплопотерь и уменьшение воздействия на окружающую среду, а также повысит качество и доступность услуг для населения города [2].

Рекомендации и заключение. Для обеспечения надежности и эффективности работы систем теплоснабжения в условиях изменяющихся нагрузок и растущего потребления в городе Шымкент, необходимо внедрение современных технологий и инновационных подходов. Вот несколько ключевых рекомендаций по улучшению технологий и оптимизации работы теплоснабжения:

Реконструкция старых теплотрасс и котельных: Одним из самых важных шагов является модернизация устаревших трубопроводных сетей, замена изношенных теплоизоляционных материалов и снижение теплопотерь. Использование новых материалов для трубопроводов, которые обладают улучшенными теплоизоляционными свойствами, позволит уменьшить потери энергии.

Системы мониторинга и контроля: Разработка и внедрение комплексных систем мониторинга в реальном времени для контроля за состоянием теплотрасс, температуры воды, давления в сети и потреблением тепла. Эти системы будут

способствовать оперативному реагированию на любые отклонения и предотвратят аварийные ситуации.

Автоматизация регулирования: Внедрение автоматических систем регулирования температуры в теплотрассах и котельных, которые смогут адаптировать параметры работы системы в зависимости от изменения потребления, времени суток или погодных условий.

Реконструкция и утепление теплотрасс: Применение новых теплоизоляционных материалов для утепления трубопроводов и предотвращения теплопотерь. Установка изолированных труб и использование технологических решений для снижения утечек тепла на всех этапах – от котельной до потребителя.

В условиях глобальных изменений в потреблении энергии и изменяющихся факторов внешней среды, вопрос оптимизации тепловых сетей остается актуальным. Для обеспечения надежности и эффективности теплоснабжения в Шымкенте, особенно в условиях изменяющихся нагрузок и растущего потребления энергии, необходимо сочетание модернизации существующей инфраструктуры, внедрения инновационных технологий и повышения энергоэффективности. Комплексный подход к решению этих задач позволит создать более устойчивую, гибкую и экологически безопасную систему теплоснабжения для города в будущем [3].

Источники

1. Байбахова К. Ш. Управление и оптимизация тепловых сетей в условиях изменяющихся нагрузок XXXIII Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов», 2024, г. Москва, стр. 304-314.

2. Соломин И. Н., Даминов А. З., Караева Ю. В., Садыков Р. А. Значение коэффициента соотношения тарифов тепловой и электроэнергии в оптимизации параметров системы теплоснабжения // Известия КГАСУ. 2014. № 4 (26). С. 186–191.

3. Байбаков С. А., Филатов К. В. Оптимизация температурного графика тепловых сетей // Энергетик. 2014. № 11. С. 26–30.

УДК 621-313.3

ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙНА В ЛОГИСТИКЕ

Байкалова Екатерина Романовна, Тюнин Евгений Борисович
ФГБОУ ВО «КубГАУ», г. Краснодар, Россия
03_katerinka_03@mail.ru

Аннотация. В статье предложено описание применения блокчейна в логистике, а также выявление действующих компаний работа, которых основывается на применении блокчейна в логистике.

Ключевые слова: блокчейн, логистика.

APPLICATION OF BLOCKCHAIN IN LOGISTICS

Baikalova Ekaterina Romanovna, Tyunin Evgeny Borisovich
KubSAU, Krasnodar, Russia
03_katerinka_03@mail.ru

Abstract. The article provides a description of the application of blockchain in logistics, as well as identification of existing companies whose work is based on the application of blockchain in logistics.

Keywords: blockchain, logistics.

Непрерывная цепочка блоков, содержащая информацию, выстроенную по определенным правилам, является блокчейном. Сегодня логистика является передовой сферой обслуживания, которая непосредственно применят технологии блокчейна [2].

Применение технологии, способной значительно улучшать управление цепочками поставок является технология блокчейна в логистике. Применение блокчейна в логистике может значительно повысить прозрачность, безопасность и эффективность связей поставок. Блокчейн в логистике является перспективной технологией в настоящем времени и имеет ряд преимуществ. К ним относят: прозрачность и отслеживание, безопасность данных, скорость обработки транзакций, автоматизация процессов через смарт-контракты, отслеживание происхождения товара, оптимизация управления запасами, оптимизация затрат, взаимосвязи между участниками [3].

Преимущества прозрачности и отслеживания заключается в том, все участники цепи поставок имеют доступ к одной информации. Это позволяет легко отслеживать передвижение товаров и позволяет снизить риск ошибок.

Блокчейн непосредственно создает запись всех операций, которые не изменяются. Сами операции связаны с перемещением товара от производителя до конечного потребителя. Блокчейн позволяет отслеживать каждую транзакцию и каждый этап поставки.

Безопасность данных осуществляется, когда данные, записанные в блокчейне, защищены криптографическими методами. Это делает данные практически невозможным для изменения. Изменение данных возможно только при согласии большинства участников. Все эти действия снижают риск мошенничества и допущения ошибок, связанные с изменением информации.

Скорость обработки транзакций осуществляется при помощи блокчейна на основе ускорения процесса проверки и согласования документов. Это позволяет сократить время доставки грузов и непосредственно улучшает обслуживание клиентов.

Преимущества автоматизации процессов через смарт-контракты позволяет автоматизировать выполнение условий договоров. Это сокращает необходимость вмешательства человеческих ресурсов, а также снижает затраты на администрирование. Сами смарт-контракты – это программы, которые работают с заранее заданными условиями, которые в свою очередь автоматически исполняются при выполнении. Используются они для автоматизации этапов логистики. А именно оплата и доставка, проверка соответствия условиям контракта, автоматическое оформление документов и другие. Эти этапы позволяют сократить ручные проверки и уменьшить вероятность допущения ошибок посредством человеческих ресурсов.

Отслеживание происхождения товара имеет преимущества при помощи, которых блокчейн позволить точно определить происхождение каждого продукта. Важность определения происхождения продукта необходимо для отраслей, где важна сертификация. К таким продуктам можно отнести продукты питания и фармацевтику.

Преимущества оптимизации управления запасами осуществляется с помощью блокчейна, где компании могут получать доступ к данным о состоянии запасов в реальном времени. Эти действия помогут лучше планировать производство, минимизировать запасы на складах, избегать ситуаций дефицита и перепроизводства товаров.

Оптимизация затрат посредством блокчейна включает устранение посредников и централизацию системы управления, где блокчейн помогает снизить операционные расходы и повысить эффективность работы компаний.

Преимущества взаимосвязи между участниками сама логистики включает несколько сторон. Сторона производителей, сторона поставщиков, сторона перевозчиков и сторона складских операторов. Использование блокчейна в данном направлении упрощает взаимодействие между людьми, посредством

доступа всех участников к одной информации. Это ускоряет процессы согласования и принятия решений и минимизирует задержки.

Для того, чтобы реализовать все вышеперечисленные преимущества нами были описаны примеры применения блокчейна в логистике. Мы выявили следующие компании, которые осуществляют применения блокчейна в логистике: Walmart и IBM, Maersk и IBM, S7 Airlines.

Walmart и IBM. В рамках данного проекта используют блокчейн для отслеживания продуктов питания от фермы до полки магазинов. Мы считаем, что это позволило сократить время прослеживаемости продуктов с нескольких дней буквально до нескольких секунд [1].

Группа Maersk и IBM, реализовала совместный проект, который направлен на улучшение глобальной торговли путем внедрения блокчейна для управления контейнерными перевозками. Данная платформа объединяет данные различных участников процесса, включая судоходные компании и таможенные службы [1].

Группа S7 Airlines. Это российская авиакомпания начала использовать блокчейн для учета и распределения авиационного топлива. Это помогло оптимизировать процессы взаимодействия с поставщиками и минимизировать риски потерь [1].

С развитием технологий и улучшением инфраструктуры, блокчейн имеет потенциал стать основой для цифровой трансформации логистики.

Источники

1. Баланов А.Н. Транспорт и логистика. Автоматизация и оптимизация процессов: Учебное пособие для вузов. 2024.
2. Баланов А.Н. Цифровизация розничной и оптовой торговле. Разработка, интеграция и внедрение технологических решений: Учебное пособие для вузов. 2024.
3. Ваниева А.Р. Перспективные направления развития логистического менеджмента в контексте меняющихся условий. 2023.
4. Заяц А.М. Блокчейн-системы и технология: Учебное пособие для вузов. 2025.
5. Заяц А.М. Информационные блокчейн системы и смарт-контракты: учебное пособие для студентов направлений подготовки 09.03.02, 09.04.02 «Информационные системы и технологии» // Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. 2024.

УДК 621-313.3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА В ЛОГИСТИКЕ

Байкалова Екатерина Романовна, Цукахина Мария Александровна
ФГБОУ ВО «КубГАУ», г. Краснодар, Россия
03_katerinka_03@mail.ru

Аннотация. В статье предложено описание информационных систем бухгалтерском учете в логистике, а также выявление действующих информационных систем и выбор наиболее оптимального при ведении бухгалтерского учета в логистике.

Ключевые слова: информационные системы, бухгалтерский учет, логистика.

ACCOUNTING INFORMATION SYSTEMS IN LOGISTICS

Baikalova Ekaterina Romanovna, Tsukanina Maria Aleksandrovna
KubSAU, Krasnodar, Russia
03_katerinka_03@mail.ru

Abstract. The article offers a description of information systems for accounting in logistics, as well as identification of existing information system and selection of the most optimal one for accounting in logistics.

Keywords: information systems, accounting, logistics.

Бухгалтерский учет в логистике играет важную роль в управлении финансовыми потоками и обеспечении эффективного функционирования бизнеса в сфере логистики. На сегодняшний день бухгалтерский учет охватывает различные аспекты деятельности логистических компаний, включая управление затратами, контроль за движением денежных средств, ведение учета товарно-материальных ценностей и осуществляет расчет налогов. Нами были выявлены ключевые аспекты бухгалтерского учета в логистике: управление затратами, контроль за движением денежных средств, ведение учета товарно-материальных ценностей, расчет налогов [1].

Бухгалтерский учет в логистике имеет следующие особенности: многоэтапная структура, международные стандарты, использование информационных систем. Многоэтапная структура опирается на тот факт, что логистическая деятельность состоит из нескольких этапов, начиная от закупки

сырья и заканчивая доставкой готовой продукции конечному потребителю. Если же компания работает на международном уровне, то необходимо учитывать требования международных стандартов финансовой отчетности и законодательства стран, где осуществляется деятельность. Использование информационных систем необходимо для оптимизации работы бухгалтерии. Многие логистические компании используют специализированные программные средства. Наличие этих систем позволяет автоматизировать многие процессы учета и анализа данных, что значительно сокращает работу бухгалтерии [2].

Однако в настоящее время применение бухгалтерского учета в логистике имеет место быть при использовании различных информационных систем. Информационные системы бухгалтерского учета используются в логистике на основе управления финансовыми потоками, запасами и затратами. Они помогают автоматизировать процессы учета, повысить точность данных и ускорить принятие решений [4].

Информационные системы бухгалтерского учета в логистике опираются на выявленные нами группы: учет запасов, финансовое планирование и контроль, управление дебиторской и кредиторской задолженностью, налоговый учет, анализ затрат и интеграция с другими системами [3].

Учет запросов включает в себя следующие факторы: ведение складского учета, автоматизация процессов инвентаризации и управление закупками и продажами товаров. Финансовое планирование и контроль опирается на процессы составления бюджета и прогнозирования финансовых результатов, мониторинга доходов и расходов и оценку прибыльности операций. Дебиторская и кредиторская задолженность ведет учет взаиморасчетов с контрагентами. Благодаря задолженности формируется соответствующие отчеты по долговым обязательствам. Налоговый учет занимает очень важное место, он реализуется на основе налоговых обязательств компании о подготовке налоговой документации. Разделение издержке на постоянные и переменные нам помогает реализовать анализ затрат. При проведении анализа компаниям более проще рассчитать себестоимость товаров и услуг. Интеграция с другими системами позволяет выполнять большой объем работы в пределах одной программы.

На основе вышеописанных групп мы решили определить самую оптимальную информационную систему бухгалтерского учета в логистике. Нами были определены следующие информационные системы бухгалтерского учета в логистике: 1С:Бухгалтерия Логистика, SAP Logistics Information System

(LIS), Oracle Transportation Management (OTM), Microsoft Dynamics AX, Galileo Logistics Suite [4].

Самая популярная система в России «1С:Бухгалтерия Логистика». В данной системе реализуется возможность ведения бухгалтерского учета, возможность управления запасами и управление финансовыми операциями компаний в сфере логистики. Система интегрируется с другими модулями 1С и посредством этого реализуется комплексное управление.

Немецкая компания разработала информационную систему под названием SAP Logistics Information System (LIS). Компания реализовала разработку, где осуществляется анализ логической деятельности и оптимизации бизнес-процессов. Компания решила включить в систему инструменты для планирования и контроля логистических операций.

В основе системы OTM лежит облачная система, в которой осуществляются функции управления транспорта. Система занимается управлением транспортировкой грузов, формирует расчет стоимости перевозок, а также формирует оптимальный маршрут и мониторит статус выполнения заказа.

Корпорация Microsoft на основе своих программных решений разработала платформу Microsoft Dynamics AX. Платформа позволяет заниматься управлением ресурсами предприятия. Microsoft принял решение включить в систему модули управления логистическими процессами и непосредственно модуль управления финансовым учетом. Система интегрируется с другими приложениями непосредственно компании Microsoft.

Система, которая давно используется в транспортных компаниях – это Galileo Logistics Suite. Система направлена на автоматизацию логистических процессов компаний. Система опирается на управленческие процессы, а именно управление перевозками, управление складским хозяйством, управление финансовым планированием.

Мы считаем, что эти системы позволяют компаниям эффективно управлять своими финансовыми ресурсами, минимизировать затраты и улучшить качество обслуживания клиентов. Нами установлено, что при выборе информационной системы для осуществления работы бухгалтерского учета в логистике необходимо учитывать множество факторов: масштабы бизнеса, потребности в функционировании, интеграционные возможности и саму специфику компании. Однако мы считаем, что для большинства российских компаний наиболее оптимальным решением будет информационная система 1С:Бухгалтерия Логистика. Именно эта система обеспечивает достаточный уровень автоматизации, поддержку российского законодательства и хорошую

интеграцию с другими модулями 1С, что делает ее удобным выбором для ведения полноценного бухгалтерского учета в логистике. Если же компания осуществляет работу на международном уровне и нуждается в достаточно мощных аналитических инструментах управления цепочкой поставок, тогда более подходящими будут системы SAP или OTM.

Источники

1. Бабенко И.В., Тинькова Е.В., Тиньков С.А. Влияние цифровизации на развитие международной торговли. 2023.
2. Баланов А.Н. Транспорт и логистика. Автоматизация и оптимизация процессов: Учебное пособие для вузов. 2024.
3. Крамаренко А.К., Дворанинович Д.А. ИТ в системе информационного обеспечения деятельности микро- и малых предприятий. 2023.
4. Чернова Г.А., Великанова М.В. Применение программного обеспечения в области транспортной логистики: учебное пособие. Волгоградский государственный технический университет. 2024.
5. Ветрова А.Д., Лещенко К.Д., Замотайлова Д.А. Оптимизация управления запасами в малом бизнесе // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 79-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2023 год. В 2-х частях, Краснодар, 2024. С. 243-244.

УДК 004.9

3D-СКАНЕР КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ЧПУ СТАНКА: ИННОВАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРОТОТИПИРОВАНИИ

Бармина Анастасия Александровна, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
barmina0500@mail.ru, orhidey-din@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается концепция использования 3D-сканера в качестве компонента системы числового программного управления (ЧПУ) станка. Исследуются принципы взаимодействия 3D-сканирования и ЧПУ, преимущества и ограничения такого подхода, а также перспективы его применения в различных отраслях промышленности. Статья основана на анализе современных исследований и практических примеров, демонстрирующих потенциал интеграции этих технологий.

Ключевые слова: 3D-сканер, ЧПУ станок, обратное проектирование, аддитивные технологии, автоматизация, прототипирование.

3D-SCANNER AS AN ELEMENT OF THE CNC MACHINE SYSTEM: INNOVATIONS IN PRODUCTION AND PROTOTYPING

Barmina Anastasiya Aleksandrovna, Hamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
barmina0500@mail.ru, orhidey-din@mail.ru

Abstract. The article discusses the concept of using a 3D scanner as a component of a CNC (numerical control) machine tool system. The principles of interaction between 3D scanning and CNC, the advantages and limitations of this approach, as well as the prospects for its application in various industries are investigated. The article is based on an analysis of current research and practical examples demonstrating the potential of integrating these technologies.

Keywords: 3D scanner, CNC machine, reverse engineering, additive technologies, automation, prototyping

Современные технологии производства и прототипирования активно развиваются, что приводит к появлению новых методов и инструментов. Одним из таких инструментов является 3D-сканер (см. рисунок), который традиционно используется для создания цифровых моделей объектов. Однако в последние годы возникла идея интеграции 3D-сканера в систему ЧПУ станка, что открывает новые возможности для автоматизации и повышения точности производства [1].

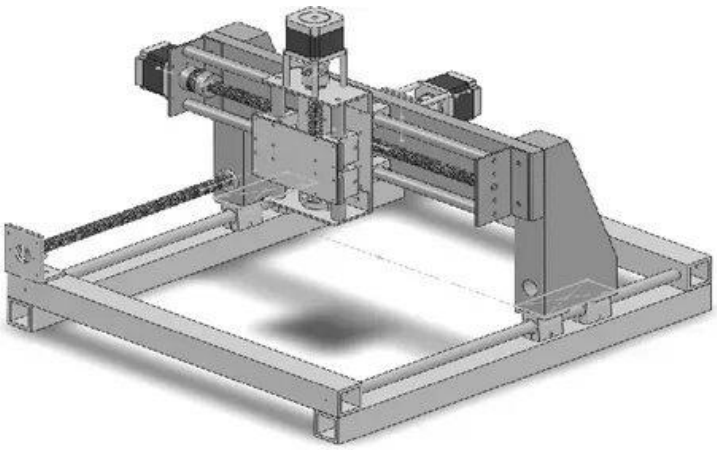


Рис. 1. 3D-сканер как элемент системы ЧПУ станка

ЧПУ станки уже давно используются для обработки материалов с высокой точностью, но их возможности ограничены необходимостью наличия точной цифровой модели. 3D-сканер может стать ключевым элементом, позволяющим создавать такие модели непосредственно в процессе производства, что особенно актуально для задач обратного проектирования и адаптивного производства [2].

3D-сканеры, способные быстро оцифровывать физические объекты, предлагают новые возможности для упрощения этого процесса. Возникает вопрос: можно ли использовать 3D-сканер в качестве элемента управления для ЧПУ станка? Данная статья посвящена исследованию этой идеи, анализу ее преимуществ и ограничений, а также перспективам внедрения в производство.

Принципы взаимодействия 3D-сканера и ЧПУ станка.

3D-сканер позволяет получать точные цифровые копии физических объектов, которые затем могут быть использованы для создания управляющих программ для ЧПУ станков. Этот процесс включает несколько этапов: сканирование объекта, обработка полученных данных в специализированном программном обеспечении и генерация G-кода для ЧПУ [3]. Одним из ключевых преимуществ такого подхода является возможность работы с объектами сложной геометрии, которые трудно или невозможно описать традиционными методами проектирования. Например, в стоматологии 3D-сканеры используются для создания точных моделей зубов [4].

3D-сканер: существует несколько технологий 3D-сканирования, но все они сводятся к измерению геометрии объекта и созданию его цифровой модели. Основные принципы:

– Структурированный свет: проектор проецирует на объект закодированный узор (например, полосы или точки), а камера фиксирует его деформацию ЫНа поверхности объекта. Анализируя искажения узора, сканер определяет глубину и создает 3D-модель;

– Лазерное сканирование: лазерный луч сканирует поверхность объекта, измеряя расстояние до неё с помощью датчиков времени пролёта (Time-of-Flight) или триангуляции;

– Фотограмметрия: используется множество фотографий объекта, снятых с разных ракурсов. Специальное программное обеспечение анализирует эти изображения, определяя взаимное положение точек на поверхности объекта и создавая 3D-модель;

– Тактильное сканирование (координатно-измерительные машины): механический щуп перемещается по поверхности объекта, измеряя координаты точек контакта. Этот метод обеспечивает высокую точность, но является медленным и подходит только для сканирования небольших и относительно гладких объектов.

ЧПУ станок:

ЧПУ станок управляется компьютером, который интерпретирует программу обработки (G-код). Программа содержит инструкции о перемещении инструмента, скорости обработки, режимах работы и других параметрах. Основные принципы:

– Система управления: компьютер получает инструкции из программы и управляет движением инструмента с помощью сервоприводов;

– Обработка: инструмент точно перемещается по заданной траектории, снимая материал с заготовки. Точность перемещения обеспечивается системой обратной связи, которая контролирует положение инструмента в пространстве;

– G-код: программа обработки (G-код) представляет собой последовательность команд, описывающих траекторию движения инструмента, скорость подачи, глубину резания и другие параметры обработки. Этот код генерируется в CAM-программном обеспечении на основе 3D-модели.

Интеграция 3D-сканера и ЧПУ станка:

– Использование данных 3D-сканирования для генерации управляющей программы позволяет сократить время на подготовку производства и упростить процесс обратного проектирования [5];

– Преимущества: возможность работы с объектами сложной геометрии, автоматизация процессов, снижение затрат на проектирование;

– Ограничения: точность сканирования, необходимость обработки больших объемов данных, совместимость программного обеспечения.

Преимущества и ограничения.

Использование 3D-сканера в качестве элемента системы ЧПУ имеет ряд преимуществ:

– Высокая точность и детализация моделей;

– Сокращение времени на проектирование и производство;

– Возможность работы с объектами произвольной формы.

Однако существуют и ограничения, такие как высокая стоимость оборудования, необходимость квалифицированного персонала и ограничения по размеру сканируемых объектов.

Практические примеры применения.

В промышленности 3D-сканеры уже используются для контроля качества продукции и обратного проектирования. Например, в аэрокосмической отрасли сканеры применяются для создания точных моделей деталей самолетов, которые затем обрабатываются на ЧПУ станках. В медицине такие системы используются для создания индивидуальных имплантатов и протезов.

3D-сканер в системе ЧПУ станка находит широкое применение в нескольких областях:

1. Обратный инжиниринг: сканирование физической детали позволяет получить её трёхмерную модель. Эта модель затем импортируется в CAM-программное обеспечение (Computer-Aided Manufacturing), где генерируется программа для обработки на ЧПУ станке. Это позволяет создавать новые детали, идентичные существующим, даже если чертежи утеряны или недоступны. Это особенно полезно для реставрации старых машин и механизмов, создания запасных частей к устаревшему оборудованию или копирования уникальных изделий;

2. Быстрое прототипирование: 3D-сканер позволяет быстро создавать цифровые модели из физических объектов. Это позволяет дизайнерам и инженерам создавать прототипы и тестировать их на ЧПУ станке, значительно ускоряя процесс разработки и сокращая затраты на изготовление пробных образцов. Можно быстро проверить форму и размеры создаваемого объекта, внести правки в модель и отправить обновлённую информацию на станок;

3. Автоматизированный контроль качества: сканер позволяет проводить автоматизированный контроль качества деталей, созданных на ЧПУ станке. Сравнивая отсканированную деталь с её цифровой моделью, можно определить отклонения от заданных параметров и выявить дефекты. Это позволяет повысить точность обработки и минимизировать брак;

4. Изготовление индивидуальных изделий: комбинируя 3D-сканер с ЧПУ станком, можно изготавливать индивидуальные ортопедические изделия, протезы, ювелирные украшения и другие предметы, точно соответствующие анатомическим особенностям или специфическим требованиям заказчика. Сканируется часть тела или модель, и на основе полученной 3D-модели ЧПУ станок производит изделие;

5. Ремонт сложных поверхностей: в случае повреждения сложной детали, 3D-сканер может быть использован для сканирования неповрежденной части, а

затем с помощью полученной информации воссоздать поврежденный участок на ЧПУ станке.

Использование 3D-сканера в качестве элемента управления для ЧПУ станка представляет собой перспективное направление в автоматизации производства. Этот подход позволяет значительно сократить время на подготовку производства, упростить процесс обратного проектирования и повысить гибкость производственных процессов. Однако для широкого внедрения технологии необходимо решить ряд технических задач, таких как повышение точности сканирования и оптимизация обработки данных. Интеграция 3D-сканера в систему ЧПУ станка открывает новые возможности для автоматизации производства и прототипирования. Этот подход позволяет значительно сократить время на проектирование и повысить точность изготовления деталей, особенно в случаях работы с объектами сложной геометрии. Несмотря на существующие ограничения, такие системы уже находят применение в различных отраслях, и их популярность будет только расти с развитием технологий.

Источники

1. Иванов А.А., Петров В.В. Современные технологии 3D-сканирования и их применение в промышленности. – М.: Издательство «Техносфера», 2023.

2. Габдрашитов Т.А., Шарипов И.И. Импортозамещение с использованием 3D-печати и 3D-сканирования // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 58-60.

3. Сидоров С.М. ЧПУ станки: от проектирования до производства. - М.: Техносфера, 2018. С.112.

4. Рукавишников А.А., Прец М.А. Компьютерная графика как технология современного проектирования и дизайна // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. Матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. Казань, 2022. С. 223-226.

5. Николаев К.Л. Проблемы интеграции 3D-сканирования и ЧПУ станков // М.: Автоматизация и производство, 2020. С. 102.

УДК 004.722:531.7

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СЕТЯХ АТМ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИКИ ПОТЕРЬ И ОШИБОК ЯЧЕЕК

Батенков Кирилл Александрович
МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, Россия
pustur@yandex.ru

Аннотация. В статье представлен метод оценки качества работы сетей АТМ через расчет ключевых параметров передачи данных. Исследование основано на анализе статистических данных сети. Рассматриваются два основных показателя: коэффициент потери ячеек, отражающий отношение потерянных ячеек к общему числу переданных, и коэффициент ошибок, показывающий долю ошибочно принятых ячеек. Особое внимание уделено исключению из расчетов данных, полученных в интервалах с существенными ошибками, что повышает точность измерений. Результаты расчетов демонстрируют низкий уровень потерь и минимальную вероятность ошибок, что свидетельствует о высоком качестве работы исследуемой сети. Предложенная методика позволяет объективно оценивать соответствие сетей АТМ различным классам качества обслуживания.

Ключевые слова: качество передачи, потери ячеек, ошибки передачи, АТМ сети, анализ производительности

ANALYSIS OF DATA TRANSMISSION QUALITY INDICATORS IN ATM NETWORKS BASED ON CELL LOSS AND ERROR STATISTICS

Kirill A. Batenkov
MIREA – Russian University of Technology, Moscow, Russia
pustur@yandex.ru

Abstract. The article presents a method for assessing the quality of ATM networks through the calculation of key data transmission parameters. The study is based on the analysis of statistical data from the network. Two main indicators are considered: the cell loss coefficient, which reflects the ratio of lost cells to the total number of transferred cells, and the error coefficient, which shows the proportion of mistakenly accepted cells. Special attention is paid to the exclusion from calculations of data obtained in intervals with significant errors, which increases the accuracy of measurements. The calculation results demonstrate a low level of losses and a minimal probability of errors, which indicates the high quality of the network under study. The proposed methodology allows for an objective assessment of the compliance of ATM networks with various service quality classes.

Keywords: transmission quality, cell losses, transmission errors, ATM network, performance analysis.

Современные телекоммуникационные системы требуют точных методов оценки качества передачи данных. В сетях АТМ особое значение имеют показатели потерь и ошибок при передаче ячеек, которые непосредственно влияют на качество обслуживания.

Коэффициент потери ячеек p_l (cell loss ratio – CLR) – отношение числа потерянных ячеек n_l к общему числу переданных $n + n_l$ (объем исследуемой выборки определяется как сумма доставленных n и потерянных ячеек n_l) (1):

$$p_l = \frac{n_l}{n + n_l} \tag{1}$$

Отметим, что все передаваемые ячейки делятся на высокоприоритетные и низкоприоритетные. Высокоприоритетные ячейки помечаются нулевым битом приоритета отбрасывания ячейки (CLP – cell loss priority), а низкоприоритетные – единичным. Поэтому в рекомендации I.356 [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] используется обозначения для этого параметра CLR_{0+1}, хотя и так понятно, что при его расчете берутся во внимание все существующие ячейки.

Коэффициент ошибок в ячейках p_e (cell error ratio – CER) – отношение числа ячеек с ошибками n_e к общему числу принятых ячеек n (объем исследуемой выборки n определяется как сумма успешно доставленных, помеченных и ошибочных ячеек):

$$p_e = \frac{n_e}{n}. \tag{2}$$

Отметим, что при расчете коэффициента ошибок в ячейках принятые ячейки, входящие в состав блоков с существенными ошибками, не учитываются.

Измеренные статистические данные непрерывно передаваемой пользовательской информации с пиковой скоростью 105 ячеек/с для исследуемой сети АТМ приведены в таблице 1. Определить к какому классу сетей АТМ принадлежит рассматриваемая сеть.

Общее число ячеек, переданных не в интервале наблюдения существенных ошибок (3):

$$n + n_l = n_a \cdot \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq 3}}^{n_g} \left(n_{b,0,i} + n_{b,1,i}\right) = n_a\left(n_b - n_{b,e}\right) = \\ = 4096 \cdot (4{,}2 \cdot 10^7 - 2) = 1{,}7 \cdot 10^{11}. \tag{3}$$

Таблица 1. Статистические данные исследуемой сети АТМ

Номер интервала измерений i	Число переданных блоков высокоприоритетных ячеек $n_{b,0,i}$	Число переданных блоков низкоприоритетных ячеек $n_{b,1,i}$	Число потерянных высокоприоритетных ячеек в каждом блоке $n_{l,0,i}$	Число потерянных низкоприоритетных ячеек в каждом блоке $n_{l,1,i}$	Число высокоприоритетных ячеек с ошибками в каждом блоке $n_{e,0,i}$	Число низкоприоритетных ячеек с ошибками в каждом блоке $n_{e,1,i}$	Время переноса высокоприоритетных ячеек $\tau_{0,i}$	Время переноса высокоприоритетных ячеек $\tau_{1,i}$	Число ложных ячеек на интервале измерения блока $n_{m,i}$
1	$5{,}9\cdot10^6$	$5{,}7\cdot10^6$	0	47	0	0	396,6	400,3	1
2	$7{,}6\cdot10^6$	$7{,}1\cdot10^6$	0	14	0	0	395	399,2	2
3	1	1	$2{,}6\cdot10^3$	$3{,}5\cdot10^3$	0	0	393	403,7	5
4	$6{,}3\cdot10^6$	$3{,}5\cdot10^6$	0	44	0	0	400,1	395,5	8
5	$1{,}9\cdot10^5$	$5{,}3\cdot10^6$	0	7	0	0	397	395,3	0
6	$3{,}1\cdot10^3$	$8{,}7\cdot10^3$	1	4	0	1	399,9	400,6	2

Общее число потерянных ячеек, переданных не в интервале наблюдения существенных ошибок (4):

$$n_l = \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq 3}}^{n_g} \left(n_{l,0,i} n_{b,0,i} + n_{l,1,i} n_{b,1,i}\right) = 0 \cdot 5{,}9 \cdot 10^6 + 47 \cdot 5{,}7 \cdot 10^6 + \tag{4}$$

$$+0 \cdot 7{,}6 \cdot 10^6 + 14 \cdot 7{,}1 \cdot 10^6 + 0 \cdot 6{,}3 \cdot 10^6 + 44 \cdot 3{,}5 \cdot 10^6 +$$

$$+0 \cdot 1{,}9 \cdot 10^5 + 7 \cdot 5{,}3 \cdot 10^6 + 1 \cdot 3{,}1 \cdot 10^3 + 4 \cdot 8{,}7 \cdot 10^3 = 5{,}6 \cdot 10^8$$

Коэффициент потери ячеек (5):

$$p_l = \frac{n_l}{n + n_l} = \frac{5{,}6 \cdot 10^8}{1{,}7 \cdot 10^{11}} = 3{,}3 \cdot 10^3 \tag{5}$$

Общее число принятых ячеек, переданных не в интервале наблюдения существенных ошибок (6):

$$n = (n + n_l) - n_l = 1{,}7 \cdot 10^{11} - 5{,}6 \cdot 10^8 = 1{,}7 \cdot 10^{11}. \tag{6}$$

Общее число принятых ячеек с ошибками, переданных не в интервале наблюдения существенных ошибок (7):

$$n_e = \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq 3}}^{n_g} \left(n_{e,0,i} n_{b,0,i} + n_{e,1,i} n_{b,1,i}\right) = 0 \cdot 5{,}9 \cdot 10^6 + 0 \cdot 5{,}7 \cdot 10^6 + \tag{7}$$

$$+0 \cdot 7{,}6 \cdot 10^6 + 0 \cdot 7{,}1 \cdot 10^6 + 0 \cdot 6{,}3 \cdot 10^6 + 0 \cdot 3{,}5 \cdot 10^6 +$$

$$+0 \cdot 1{,}9 \cdot 10^5 + 0 \cdot 5{,}3 \cdot 10^6 + 0 \cdot 3{,}1 \cdot 10^3 + 1 \cdot 8{,}7 \cdot 10^3 = 8{,}7 \cdot 10^3$$

Коэффициент ошибок в ячейках (8):

$$p_e = \frac{n_e}{n} = \frac{8{,}7 \cdot 10^3}{1{,}7 \cdot 10^{11}} = 5{,}1 \cdot 10^{-8}. \tag{8}$$

Проведенные расчеты показали высокую надежность исследуемой сети ATM с минимальными значениями коэффициентов потерь и ошибок. Предложенный подход к анализу статистических данных позволяет эффективно оценивать качество работы сети и ее соответствие различным классам обслуживания, что важно для обеспечения стабильной передачи данных.

Источники

1. Rec. I.356. B-ISDN ATM layer cell transfer performance. 2000-03. Geneva, 2001. P. 64.

2. Батенков А.А., Батенков К.А., Фокин А.Б. Вероятность связности телекоммуникационной сети на основе приведения нескольких событий несвязности к объединению независимых событий // Информационно-управляющие системы. 2021. № 6(115). С. 53-63.

УДК 339.13

РОБОТИЗАЦИЯ В РОССИИ – ФАКТОР ЦИФРОВИЗАЦИИ АПК

Богатырёва Людмила Александровна, Минина Евгения Александровна
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», г. Краснодар, Россия
Lyudabog38@gmail.com

Аннотация. В статье исследован процесс цифровизации в агропромышленном комплексе РФ. Особое внимание было уделено текущему состоянию роботизации сельского хозяйства. Рассмотрены преимущества и перспективы внедрения роботов в организации агропромышленного комплекса, а также исследованы новые разработки в сфере сельскохозяйственной робототехники.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, цифровизация, роботизация, искусственный интеллект, автономность.

ROBOTIZATION IN RUSSIA IS A FACTOR IN THE DIGITALIZATION OF AGRICULTURE

Bogatyreva Lyudmila Alexandrovna, Minina Evgeniya Alexandrovna
FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia
Lyudabog38@gmail.com

Abstract. The article examines the process of digitalization in the agro-industrial complex of the Russian Federation. Special attention was paid to the current state of agricultural robotization. The advantages and prospects of introducing robots in the organization of the agro-industrial complex are considered, as well as new developments in the field of agricultural robotics are investigated.

Keywords: agro-industrial complex, digitalization, robotization, artificial intelligence, autonomy.

Агропромышленный комплекс (АПК) всегда был одной из важнейших отраслей экономики государства, благодаря которой страна может обеспечить свое население продуктами питания и сохранить продовольственную независимость. Чтобы защититься от влияния внешнего рынка необходимо, чтобы не менее 70% от общего объема потребления составляли отечественные продукты питания. Для повышения конкурентоспособности и устойчивого развития сельского хозяйства в условиях современных вызовов ключевым фактором является цифровизация.

Цифровизация сельского хозяйства – это совокупность инновационных методов, включающих в себя использование цифровых инструментов и данных для улучшения эффективности, устойчивости и управления процессами в сельскохозяйственном секторе [1].

Важным элементом цифровизации агропромышленного комплекса является роботизация. При помощи сельхозтехники, различных датчиков, компьютерно-вычислительных систем, грамотного анализа и управления данными можно снизить влияние антропогенного фактора и ускорить производство [2]. С помощью внедрения автоматизированных систем можно повысить урожайность, а также достичь большей эффективности и производительности [3]. Именно поэтому данная тема очень актуальна в наши дни.

Цель статьи – исследование текущего состояния роботизации агропромышленного комплекса России, преимущества и перспективы внедрения роботизированных технологий в сельское хозяйство, исследовать новые разработки Российских производителей в сфере робототехники.

Агропромышленный комплекс сейчас в приоритете у государства, однако, на данный момент сельское хозяйство занимает одно из последних мест по цифровизации. Большинство организаций, занимающихся цифровизацией, являются крупными агрохолдингами. Лишь небольшая часть средних и малых предприятий внедряет цифровые технологии [4].

Цифровизация требует значительных инвестиций в оборудование и покупку программного обеспечения. Для большинства предприятий и фермерских хозяйств подобные высокие первоначальные затраты неподъемны. Также на предприятиях АПК работает мало специалистов по цифровым технологиям, из-за чего появляется дополнительная статья расходов в виде обучения персонала. К тому же большинство организаций используют устаревшие системы и процессы, которые могут быть не совместимы с новыми цифровыми решениями, вследствие чего интеграция новых технологий может стать сложной и еще более затратной. Большинство фермеров и без того предпочитают использовать проверенные методы, а перечисленные выше факторы лишь укрепляют их убеждения.

Несмотря на все трудности, с каждым годом цифровизация АПК проходит все активнее, и немалый вклад в этот процесс делает роботизация сельскохозяйственной отрасли. Внедрение роботизированных систем предоставляет широкий спектр преимуществ, которые помогают повысить эффективность работы и способствуют устойчивому развитию отрасли. Например, роботы могут выполнять тяжелые и монотонные сельскохозяйственные работы, требующие физической силы и приводящие работников к травмам и утомлению, освобождая людей от тяжелых и опасных работ. Так как роботы могут работать непрерывно, они обеспечивают высокую

производительность. Также роботы минимизируют ошибки, потому что обладают высокой точностью. Роботизация АПК позволяет точно дозировать количество удобрений, пестицидов и воды, что помогает уменьшить негативное влияние на окружающую среду, а также сократить материальные издержки.

В России разработаны программы, призванные помочь предприятиям аграрного сектора автоматизировать свое производство. Так, в 2024 году ассоциация «Интерагротех» совместно с партией «Единая Россия» разработали и запустили программу «Умный хлеб», которая направлена на внедрение роботов и искусственного интеллекта в сельское хозяйство [5]. Данный проект представляет собой серию образовательных семинаров, которые проводились на базе региональных министерств сельского хозяйства. Эти мероприятия проводились для фермеров, специалистов по цифровому развитию агрохолдингов, инженеров и руководителей хозяйств.

Для внедрения роботов в агропромышленный комплекс их необходимо закупать у производителей. Однако после политический событий 2022 года часть крупных зарубежных компаний, производящих роботов для сельского хозяйства, решила покинуть российский рынок. Из-за невозможности продолжения сотрудничества с ушедшими производителями Российским агропромышленным предприятиям пришлось искать альтернативных поставщиков. Благодаря этому повысилось внимание к отечественным производителям.

Каждый год в России появляются новые инновационные разработки в данной отрасли. Так в октябре 2024 года в Ставропольском крае был представлен прототип нового агроробота, который получил название «Улитка». Данный робот был разработан для сбора томатов в тепличных хозяйствах. Он способен заменить труд четырех работников и требует минимального участия человека в процессе сбора урожая [6]. Такой робот за один рабочий цикл может перевозить до 200 килограмм продукции. Внедрение агроробота помогает предприятиям решить проблему дефицита специалистов.

Еще одна новая разработка – первый в мире автономный трактор-робот, обладающий искусственным интеллектом [7]. Его производство было официально запущено в декабре 2024 года министром промышленности и торговли совместно с компанией «Когнитив пилот». Эта машина может выполнять широкий спектр задач не только в сельском хозяйстве, но и нефтегазовой отрасли и транспортной сфере. Главной особенностью робота является его полностью автономная работа. Также он способен взаимодействовать с другими тракторами его модели, выполняя задачи совместно. Данный проект привлек к себе внимание публичного акционерного общества «Газпром», которое сразу подписало соглашение о систематическом внедрении автономных трактор-роботов на своих предприятиях [8].

Роботизировано производство предприятия «Ильинское». В начале 2025 года был внедрен автономный робот для подачи корма коровам на Видлицкой ферме в республике Карелия. Робот способен работать круглосуточно. Он автоматически подталкивает корм коровам, что дает животным доступ к свежему корму. Это положительно влияет на потребление пищи скотом, позволяет снизить стресс в стаде. Суточный удой возрос на 1 кг с каждой коровы, что доказывает пользу роботизации и ее эффективность [9].

Новым этапом в развитии автоматизированных аграрных технологий стала разработка теплицы в сентябре 2024 года, которой можно управлять с помощью спутников. Проект реализован силами Самарского университета имени Королёва (СамГТУ). Теплицами можно управлять дистанционно или же переключить на полностью автономный режим. В этом режиме теплица может функционировать до 30 дней. При этом она будет управлять всеми основными процессами, включая полив, освещение и поддержание необходимой температуры. Для управления теплицей создано мобильное приложение. Спутниковый модуль в нем позволяет контролировать теплицу из любой точки на планете.

Проект разрабатывался для использования в том числе в домашних условиях, именно поэтому ее использование постарались максимально упростить, чтобы оно было доступно любому человеку, в том числе без агрономических знаний. Это было достигнуто путем добавления способности теплицы самостоятельно подбирать лучшие параметры для выращивания любых видов растений. Система самостоятельно настраивает все процессы, ориентируясь на указанный пользователем вид растения [10].

Роботизация агропромышленного комплекса в России представляет собой важный шаг к модернизации и повышению эффективности сельского хозяйства. Внедрение роботизированных технологий открывает новые горизонты для аграрного сектора, позволяя не только оптимизировать производственные процессы, но и улучшить качество существуют и сложности внедрения роботов в сельское хозяйство, такие как недостаток квалифицированных кадров, высокие первоначальные инвестиции и необходимость адаптации существующих производственных процессов. Несмотря на все трудности, роботизация агропромышленности в России развивается.

Таким образом, в статье представлены и проанализированы факты новых разработок в сфере робототехники, которые успешно внедряются на сельскохозяйственных предприятиях. Было установлено, что роботизация имеет потенциал для преобразования сельского хозяйства. Однако интеграция цифровых решений требует не только технических изменений, но и изменения в подходах к управлению, обучению персонала и взаимодействию с потребителями продукции.

Источники

1. Цифровые технологии в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. https://smartagro.ru/tsifrovizatsiya-selskogo-khozyaystva/ (Дата обращения: 03.03.2025).

2. Роботизация в сельском хозяйстве: новый шаг к устойчивому развитию отрасли [Электронный ресурс]. https://smartagro.ru/robotizatsiya-v-selskom-khozyaystve/ (Дата обращения: 06.03.2025).

3. Кузьмина Э.В., Минина Е.А. Повышение эффективности деятельности предприятия на основе приложения для визуализации бизнес-стратегии // Финансовый менеджмент. 2023. № 6-2. С. 101–111.

4. Цифровизация агропромышленного комплекса (АПК) [Электронный ресурс]. https://dasreda.ru/learn/blog/article/2609-cifrovizaciya-agropromyshlennogo-kompleksa-apk/ (Дата обращения: 06.03.2025).

5. Умный хлеб (программа цифровизации сельского хозяйства) [Электронный ресурс]. https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Умный_хлеб_(программа_цифровизации_сельского_хозяйства)/ (Дата обращения: 10.03.2025).

6. Агроробот «Улитка» [Электронный ресурс]. https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт: Улитка_(агроробот)/ (Дата обращения: 11.03.2025).

7. Cognitive Pilot: Беспилотный трактор [Электронный ресурс]. https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Cognitive_Pilot:_Беспилотный_трактор/ (Дата обращения: 15.03.2025).

8. Ильинское Племенное хозяйство [Электронный ресурс]. https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:Ильинское_Племенное_хозяйств/ (Дата обращения: 15.03.2025).

9. Польский Г.А., Минина Е.А. Тенденции в разработке программного обеспечения с помощью искусственного интеллекта // Вектор современной науки: сб. тез. Междунар. науч.-прак. конф. Краснодар, 2022. С. 894–895.

10. СамГТУ: Теплицы со спутниковым управлением [Электронный ресурс]. https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:СамГТУ:_Теплицы_со_спутниковым_управлением/ (Дата обращения: 15.03.2025).

УДК 004.312, 004.415.26

ИССЛЕДОВАНИЕ HDL-МОДЕЛИ 16-BIT RISC МИКРОПРОЦЕССОРА ГАРВАРДСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Богомолов Борис Константинович
ФГБОУ ВО «НГТУ», г. Новосибирск, Россия
b_bogomolov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается простая HDL-модель 16-bit RISC микропроцессора гарвардской архитектуры на языке AHDL. Микропроцессор состоит из 6 блоков и может выполнять 7 команд. Кратко рассмотрена работа его блоков. Проведено моделирование микропроцессора в САПР БИС MAX+plus II фирмы Altera. Представлены результаты тестирования работы микропроцессора при выполнении ряда команд.

Ключевые слова: микропроцессор, САПР БИС, AHDL, микроэлектроника

A STUDY OF THE HDL-MODEL OF A HARVARD ARCHITECTURE 16-BIT RISC MICROPROCESSOR

Bogomolov Boris Konstantinovich
NSTU, Novosibirsk, Russia
b_bogomolov@mail.ru

Abstract. The article discusses a simple HDL-model of a Harvard architecture 16-bit RISC microprocessor in the AHDL language. The microprocessor consists of 6 blocks and can execute 7 commands. The work of its blocks is briefly reviewed. The microprocessor was modeled in Altera's VLSI MAX+plus II CAD. The results of testing the operation of the microprocessor when executing a number of commands are presented.

Keywords: microprocessor, VLSI CAD, AHDL, microelectronics

Современные технологии проектирования СБИС базируются на использовании HDL-языков: VHDL, Verilog, AHDL [1,2]. Они обеспечивают компактную запись проектируемой схемы, дают значительное сокращение трудоемкости и сроков проектирования СБИС, упрощают переносимость проектируемой микросхемы из одной САПР БИС в другую [3,4]. Разработчик имеет возможность оценивать разные варианты реализации проектируемого устройства в СБИС при различных ограничениях, технологиях и производителях. HDL-языки становятся стандартным средством документирования аппаратных средств. Текст программы на HDL-языке сам по себе фактически является документацией, которая легко читается.

Считается, что время стандартных микросхем заканчивается [5]. С прогрессом технологии им на смену приходят микросхемы SoC (Systems on Chip – системы на кристалле). Это привело к появлению IP-блоков (IP – Intellectual Property – интеллектуальная собственность), которые разрабатываются с использованием HDL-языков [6]. Однако, обойтись только готовыми IP-блоками проблематично, поэтому разработчикам СБИС приходится разрабатывать собственные IP-блоки. При разработке таких собственных IP-блоков также применяются HDL-языки.

Проектирование СБИС на языке AHDL (Altera Hardware Design Language) не более сложно, чем на обычных языках программирования (например, на Паскале или C/C++). При этом разработка проекта СБИС включает написание кода проекта, компиляцию программы, создание исполняемого кода программы, отладку программы, моделирование программы с помощью симулятора, передачу заказчику и сопровождение.

В настоящей статье рассмотрено проектирование и моделирование микропроцессора (МП) на языке AHDL. МП традиционно считается одной из самых сложных к реализации СБИС, но это вполне возможно сделать средствами языка AHDL. HDL-модель МП подготовлена для синтеза в САПР, которая поддерживает язык AHDL (например, MAX+plus II, Quartus II и др.). Моделирование МП проведено в САПР БИС MAX+plus II.

Для того чтобы упростить работу разработчика и повысить ее эффективность в САПР БИС MAX+plus II фирмы Altera включено большое число «макросов», являющихся аналогами известных микросхем. О них можно найти информацию в справочной системе MAX+plus II. При этом в большинстве случаев легче написать собственную функцию средствами AHDL, нежели искать ее в этих «макросах».

Существует широкий спектр микропроцессорных устройств для применений в науке и технике [7,8]. В работе [4] обосновано утверждение, что даже небольшой МП намного проще спроектировать на HDL-языке, чем конечный автомат, выполняющий туже функцию. Рассмотренная в статье упрощенная HDL-модель МП может быть легко доработана для реального практического применения, после привязки к необходимой для заказчика периферии. Нами выбрана простая схема RISC МП Гарвардской архитектуры (рис. 1).

Проект МП представляет собой иерархическую структуру, что позволило в ходе проектирования устройства проводить отладку поблочно. Каждый отдельный блок МП это текстовый файл на языке AHDL.Текст программ блоков на AHDL не приводится ввиду ограниченности допустимого объема статьи.

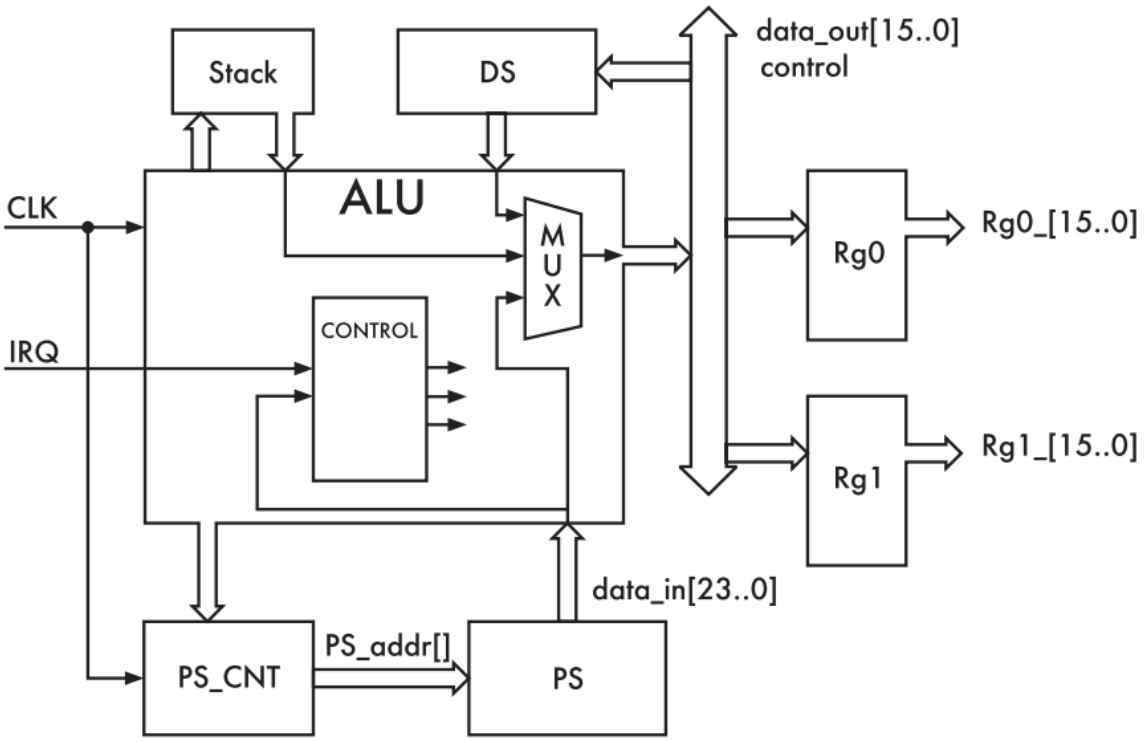


Рис. 1. Архитектура МП

МП состоит из следующих блоков:

– Блок узла контроля для выработки управляющих воздействий на все блоки МП – ALU;

– Блок стека – Stack;

– Блок памяти программ – PS;

– Блок памяти данных – DS;

– Блок счетчика адресов памяти программ – PS_CNT;

– Блок регистров – Rg0 и Rg1.

Команды МП хранятся в памяти команд, разрядность шины адресов памяти, команд и данных 16 бит. Команды, выполняемые МП:

– MOV Reg, Reg – запись данных из одного регистра в другой;

– MOV Reg, [Mem] – запись данных из регистра в память;

– MOV [Mem], Reg – запись данных из памяти в регистр;

– LDI Reg, <C> – загрузка константы в регистр-приемник (данных из памяти команд по текущему адресу);

– CALL Addr – вызов подпрограммы (с записью адреса возврата в стек);

– RET – возврат из подпрограммы (по содержимому стека);

– JMP Addr – переход по абсолютному адресу;

– NOP – нет операции.

При необходимости набор команд может быть дополнен. Память PS имеет разрядность 24 бита, поле [Mem] 16 бит, поле Reg 4 бита, стек 16 бит и глубину 8 вложений.

В текстовых файлах используются следующие сигналы:

– clk – синхросигнал;

– _ena – разрешения записи длительностью в основном 1 такт синхросигнала;

– _load – загрузки;

– _cnt – внутреннего счетчика;

– _rg – внутренних регистров;

– _node – внутренних узлов схемы;

– recet – системного сброса;

– irg – запрос прерывания;

– ps_cnt_load – разрешения записи в счетчик команд.

Все сигналы однонаправленные. На входы микропроцессора подается сигнал синхрочастоты – CLK и сигнал запроса прерывания - IRQ. Системный сигнал СБРОС подается на МП, так же, как и на все остальные блоки системы. Выходами МП являются сигналы с выходов регистров Rg0 и Rg1. Счетчик команд, при загрузке МП или при инициализации по сигналу СБРОС, устанавливается в состояние 0 и далее производит счет адресов памяти программ. Адреса поступают на вход блока PS. Данные из памяти программ считываются в соответствии с поступившим адресом. Далее данные поступают с выхода PS в ALU. Для ALU они являются кодами команд МП. Блоки DS, Stack, Rg0 и Rg1 обмениваются сигналами с блоком ALU по одной внутренней шине данных. Сигнал со входа IRQ поступает на ALU, где дешифрируется как код команды. Сигнал IRQ имеет приоритет в выполнении над кодом команды, поступившим от PS.

Для компиляции и симуляции проекта МП в САПР БИС MAX+plus II было выбрана микросхема серии FLEX 10K, а в качестве конкретного устройства микросхема EPF10K30EQC208-1 фирмы Altera.

Для проверки работоспособности разработанного МП был создан набор файлов программ, которые он должен выполнять. Эти файлы содержит коды команд МП, которые позволили отладить его работу. Для простоты отладки каждый такой файл проверяет работу только одной или двух команд МП. На рис. 2 приведена временная диаграмма работы МП по программе проверки команд JMP и NOP. В ходе ее выполнения МП выполняет два шага и возвращается в нулевой адрес.

Кратко рассмотрим функционирование МП при выполнении этой программы проверки. Частота импульсов синросигнала, который подается на тактовый вход, равна 20 нсек. Положительные фронты синхросигнала clk пронумерованы на рис. 2. При поступлении фронта № 1 МП находится в состоянии сброса. Происходит обнуление счетчика адреса и из блока памяти программ PS извлекается команда NOP. Как видно на рис.2 каких-либо

изменений не происходит. Далее из блока памяти программ PS фронты синхросигнала clk № 2 и № 3 также извлекают команды NOP. Когда счетчик адреса памяти команд находится в положении № 2, из памяти команд извлекается команда с кодом 100000. Это команда JMP <000000>. Код команды поступает в АЛУ, где происходит дешифрация кода операции. АЛУ выставляет сигнал на запись нового адреса в счетчик команд. Из АЛУ код адреса поступает на счетчик команд. При поступлении фронта № 4 в счетчик команд записывается новый адрес. Затем устанавливается новый адрес на шинах адреса и по нему извлекается новый код команды. После выполнения команды JMP <000000> МП перешел в адрес 0000 и процесс повторяется. Таким образом МП штатно выполнил команды JMP и NOP. Также получены положительные результаты проверки при выполнении МП остальных команд.

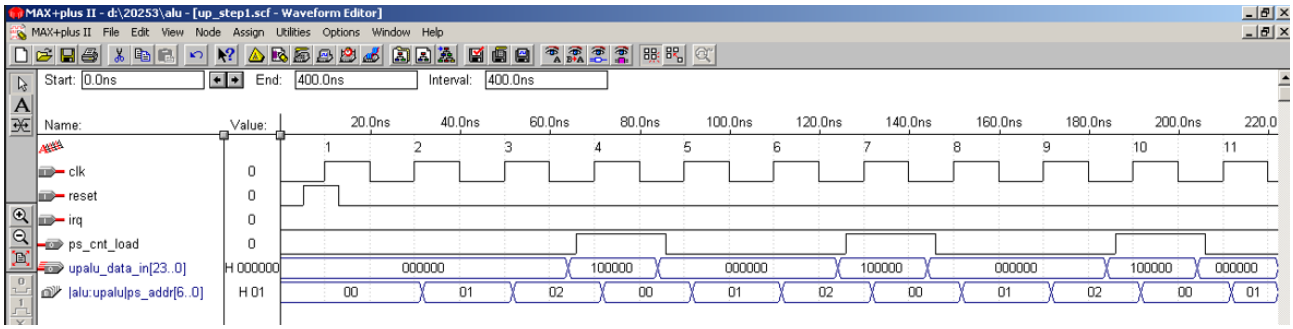


Рис. 2. Временная диаграмма выполнения теста проверки исполнения команд JMP и NOP

Рассмотренный 16-bit RISC МП работает на частоте 50 МГц, а его быстродействие равно 50 MIPS, т.к. все команды выполняются за 1 такт синхросигнала. Такой МП может найти широкое применение в промышленной, автомобильной, медицинской, бытовой и др. электронике. Для этого, необходимо будет добавить соответствующие блоки в периферии, необходимые для конкретного использования. Например, он может быть полезен для автоматизации технологических процессов при изготовлении микросхем. В частности, МП может быть использован для управления установкой плазмохимического травления тонких пленок в промышленной технологии микроэлектроники, где процесс травления должен резко останавливаться при стравливании таких пленок [9]. Если недотравить или перетравить такую пленку при формировании топологического рисунка микросхемы, то будет брак. МП, обрабатывая сигналы, поступающие от датчика момента окончания травления, позволит фиксировать этот момент лучше, чем это делает даже опытный, квалифицированный оператор.

Источники

1. Patterson D.A., Hennessy J.L. Computer Organization and Design // Elsevier. 2005. PP. 689.

2. Богомолов Б.К. Проектирование и моделирование АЛУ на языках VHDL и Verilog // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 35-40.

3. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL // СПб.: БХВ-Петербург, 2003. С. 576.

4. Антонов А.П. Язык описания цифровых устройств Altera HDL // М.: Радио Софт. 2002. С. 221.

5. Каршенбойм И.Г. Микропроцессор своими руками // Компоненты и технологии. 2002. № 6. С. 80-83.

6. Немудров В., Мартин Г. Системы на кристалле. Проектирование и развитие // М: Техносфера. 2004. С. 216.

7. Chandran V., Thabsera S.M., Sumithra M.G., Suriya M. Design of a 16-Bit Harvard Structure RISC Processor in Cadence 45nm Technology // 5th International Conference on Advanced Computing & Communication Systems (ICACCS). India, 2019. PP. 173-178.

8. Supraj G., Anitha M. Design of 16-bit RISC Processor // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). 2013. V.2. PP. 1927-1931.

9. Bogomolov B.K. Management of process of plasma etching of silicon // 6th Russian-Korean International Symposium on Science and Technology, KORUS-2002, Novosibirsk, 2002. Vol.1. PP. 389-392.

УДК 656.13

ПРИМЕНЕНИЕ КИБЕР-ФИЗИКО-СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ (КФСС) В ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Булатова Ольга Юрьевна
ФГБОУ ВО «ДГТУ», г. Ростов-на-Дону, Россия
mip.rnd@yandex.ru

Аннотация. Современные транспортные системы представляют собой сложную, динамически изменяющуюся систему, интегрирующую физические элементы, кибернетические компоненты и социальные аспекты, формируя кибер-физико-социальные системы (КФСС, CPSS от англ. Cyber-Physical-Social Systems). Данная система включает в себя взаимодействие элементов киберфизического (элементы ИТС, сенсоры, датчики, коммуникационные сети) и социального уровней, что позволяет описывать сложные динамические процессы в транспортных системах, которые неэффективно рассматривать по отдельности. Применение кибер-физико-социальных систем (КФСС) в транспортной отрасли представляет собой перспективное направление развития транспортных систем, обеспечивающее своевременную, безопасную и комфортную реализацию транспортно-логистических услуг. Целью данной работы является разработка объектно-ориентированной модели КФСС для обеспечения эффективного транспортно-логистического обслуживания.

Ключевые слова: транспортно-логистическое обслуживание, интеллектуальные транспортные системы, кибер-физико-социальные системы, объектно-ориентированное моделирование

APPLICATION OF CYBER-PHYSICAL-SOCIAL SYSTEMS (CPSS) IN THE TRANSPORT INDUSTRY

Bulatova Olga Yurievna
DSTU, Rostov-on-Don, Russia
mip.rnd@yandex.ru

Abstract. Modern transport systems are complex, dynamically changing systems integrating physical elements, cybernetic components, and social aspects, forming cyber-physical-social systems (CPSS). This system includes the interaction of elements at the cyber-physical (ITS elements, sensors, communication networks) and social levels, which makes it possible to describe complex dynamic processes in transport systems that are ineffective to consider separately. The application of cyber-physical-social systems (CPSS) in the transport industry is a promising direction for the development of transport systems, ensuring timely, safe, and comfortable

implementation of transport and logistics services. The aim of this work is to develop an object-oriented CPSS model to ensure efficient transport and logistics services.

Keywords: transport and logistics services, intelligent transport systems, cyber-physical-social systems, object-oriented modeling

Концепция кибер-физико-социальных систем (КФСС) представляет собой результат эволюции и интеграции кибер-физических и социотехнических систем. Кибер-физические системы объединяют вычислительные мощности и физические процессы. Социотехнические системы, в свою очередь, охватывают технические и социальные элементы, акцентируя внимание на влиянии человеческого фактора, организационных структур и социального взаимодействия между элементами системы.

Развитие КФСС является следствием расширения кибер-физических систем с учетом значимости социального взаимодействия в функционировании сложных систем. Распространение технологий Интернета вещей (IoT), методы обработки больших данных и возможности анализа данных социальных сетей являются инструментами углубленного исследования взаимосвязей между техническими и социальными компонентами.

Начало развития КФСС можно отнести к 2010-м годам, в период активного распространения социальных сетей. Данная область исследований продолжает демонстрировать устойчивый рост интереса, однако, исследования КФСС в контексте транспортных систем представляют собой относительно новую и активно формирующуюся область научных изысканий [1].

Кибер-физико-социальные системы (КФСС) следует рассматривать как динамические и адаптивные подсистемы, характеризующиеся тесной интеграцией технологических компонентов и социальных (человеческих) факторов. Данный переход к интегральной парадигме обусловлен не только технологическим прогрессом, но и усложнением социальных взаимодействий, возрастанием требований к эффективности функционирования транспортных систем и учетом человеческого фактора в процессах проектирования и управления транспортными системами.

В контексте транспортной отрасли, кибер-физико-социальные системы (КФСС) представляют собой развивающиеся, саморегулируемые подсистемы, в которых технические элементы сопряжены с социальными и поведенческими аспектами участников транспортного процесса. Тенденция к интеграции обусловлена не только прогрессом в области информационных технологий и автоматизации различных процессов, но и необходимостью эффективного решения сложных задач, связанных с управлением транспортными потоками, обеспечением безопасности и устойчивости транспортных систем, а также учетом потребностей различных групп пользователей транспортной системы

[2]. Разработанная в рамках данного исследования объектно-ориентированная модель, представленная далее (рисунок 1), позволяет визуализировать и анализировать эти взаимосвязи.

Современные сложные системы возникают не в результате механического объединения изолированных компонентов, а посредством установления взаимосвязанных отношений и интеракций между кибернетической, физической и социальной составляющими, каждая из которых вносит равноценный вклад в формирование системного поведения и достижение заданных целевых показателей функционирования транспортного комплекса:

1. Кибернетический компонент (К): реализует функции вычислений, сбора, обработки и передачи информации, являясь интеллектуальным ядром системы. Он включает в себя: программное обеспечение для моделирования, оптимизации и управления транспортными процессами; сенсорные сети и устройства сбора данных о состоянии транспортных средств, инфраструктуры и окружающей среды; коммуникационные сети, обеспечивающие связь между элементами системы; платформы обработки и анализа данных, предназначенные для выявления закономерностей и прогнозирования развития ситуаций; интеллектуальные системы управления, осуществляющие контроль за транспортными потоками и принятие решений в реальном времени; инструменты искусственного интеллекта и машинного обучения для адаптации к изменяющимся условиям и оптимизации функционирования системы; а также облачные и периферийные вычислительные ресурсы для масштабирования и распределенной обработки данных;

2. Физический компонент (Ф): материальная основа транспортной системы: физическая инфраструктура (автомобильные дороги, мосты, тоннели, транспортные узлы); подвижной состав (транспортные средства); энергетические системы, обеспечивающие функционирование транспортных средств и инфраструктуры; датчики и оборудование, взаимодействующие с физической средой и предоставляющие информацию о ее состоянии; и физико-химические процессы, происходящие в транспортных средствах и инфраструктуре;

3. Социальный компонент (С): отражает человеческий и социальный контекст функционирования транспортной системы, включая: поведение отдельных участников дорожного движения и социальных групп; организационные структуры управления транспортной системой; культурные нормы и ценности, определяющие отношение к транспорту и безопасности; нормативно-правовую базу, регулирующую транспортную деятельность; потребности и ожидания пользователей транспортной системы; каналы информационно-коммуникационного взаимодействия между людьми и

автоматизированными системами; и социальные сети, используемые для обмена информацией и координации действий в транспортной сфере.

Диаграмма классов позволяет описать структуру и поведение системы на высоком уровне абстракции, что облегчает понимание и проектирование кибер-физико-социальных систем.

Диаграмма классов отражает взаимосвязи между кибернетическим, физическим и социальным компонентами КФСС. Структура КФСС транспортно-логистического обслуживания может быть представлена в виде следующей диаграммы классов (рисунок 1):

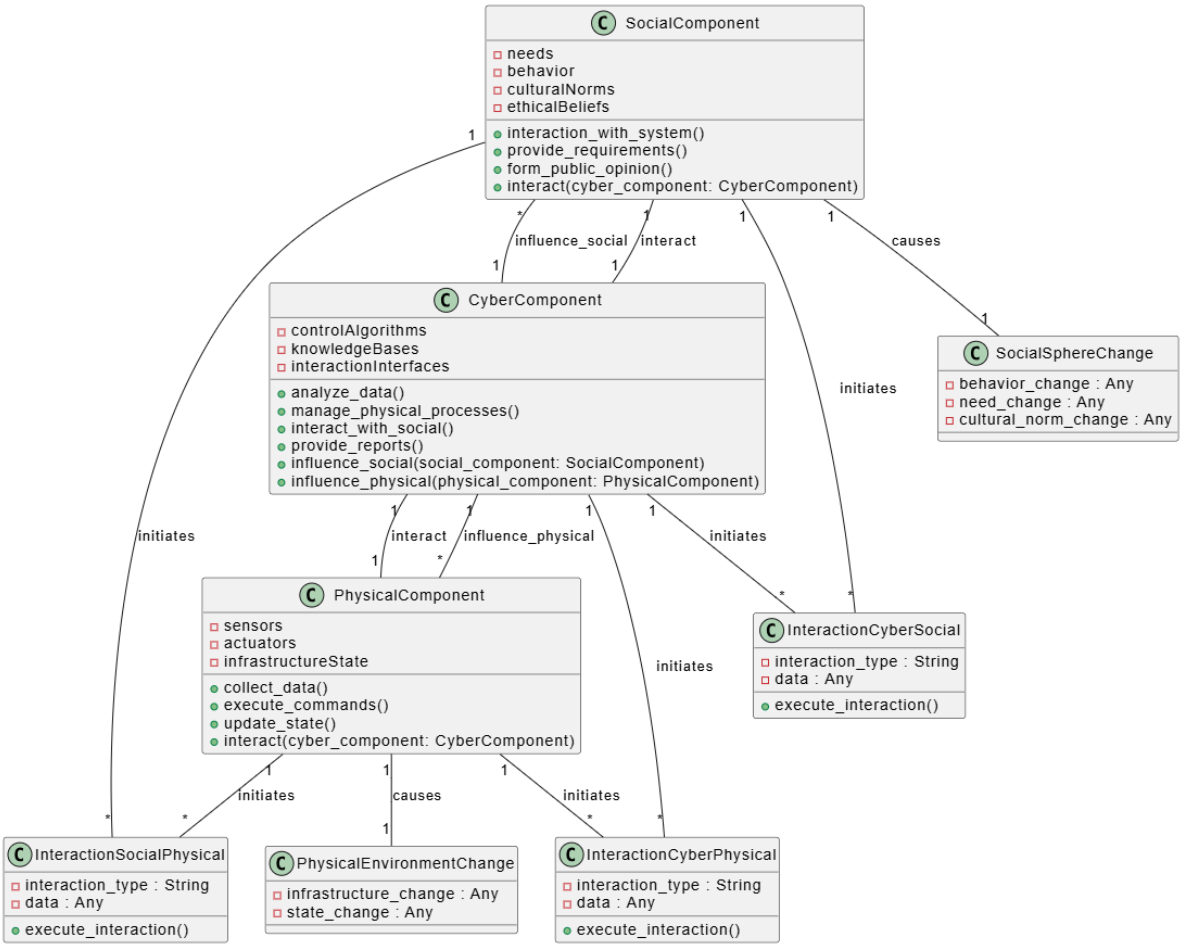


Рис. 1. Диаграмма классов кибер-физико-социальной системы

Диаграмма классов является выражением объектно-ориентированного подхода к моделированию кибер-физико-социальных систем (КФСС) транспортно-логистического обслуживания. Объектно-ориентированное моделирование позволяет рассматривать сложные системы как совокупность взаимодействующих объектов, каждый из которых представляет собой экземпляр определенного класса [3-6]. Приведенная диаграмма классов визуализирует архитектуру кибер-физико-социальной системы (КФСС) в транспортной отрасли. Она наглядно демонстрирует взаимосвязи между

основными компонентами. Таким образом, объектно-ориентированная модель, представленная на диаграмме классов, является важным инструментом для проектирования и анализа кибер-физико-социальных систем транспортно-логистического обслуживания. Она обеспечивает структурированный и модульный подход к разработке сложных систем, что способствует повышению их качества, надежности и устойчивости. Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанной модели для оптимизации процессов транспортно-логистического обслуживания и повышения безопасности дорожного движения.

Дальнейшие исследования и разработки должны быть направлены на создание инструментов для автоматической генерации кода и тестирования КФСС на основе диаграмм классов.

Источники

1. Yilma, Bereket Abera, Yannick Naudet, Hervé Panetto. A new Paradigm and Meta-Model for Cyber-Physical-Social Systems // IFAC-PapersOnLine. 2020. PP. 10949-10954.
2. Зырянов В.В., Аохуа Г., Линник Ю.Н., Кулев М.В. Моделирование гибких скоростных режимов на автомагистралях // Мир транспорта и технологических машин. 2024. № 4-1(87). С. 104-111.
3. Цзян Ц., Феофилова А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Прогнозирование транспортных потоков на основе модели сверточной нейронной сети // Мир транспорта и технологических машин. 2024. № 4-1(87). С. 126-133.
4. Булатова О.Ю. Транспорт в современном обществе // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Донской государственный технический университет. Ростов-на-Дону, 2022. С. 75.
5. Новиков А.Н., Жесткова С.А. Совершенствование транспортно-логистических процессов сетевой доставки грузов автомобильным транспортом на примере компании ОАО «Магнит» // Мир транспорта и технологических машин. 2024. № 4-1(87). С. 134-142.
6. Булатова О.Ю. Применение элементов интеллектуальных транспортных систем при организации транспортно-логистического обслуживания во время проведения массовых городских мероприятий // Дороги и мосты. 2022. № 1(47). С. 294-304.

УДК [004.41+004.31]:[631.432.2+628.97]

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА УРОВНЯ ВЛАЖНОСТИ И УПРАВЛЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ РАСТЕНИЙ

Буримский Николай Алексеевич, Голованов Роман Владиславович, Борисов Виталий Валериевич
ФГБОУ ВО «ПГУТИ», г. Самара, Россия
Burimsky2017@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки программно-аппаратного комплекса на базе микроконтроллера Arduino, предназначенного для автоматизированного управления освещением растений и мониторинга влажности почвы. Описываются аппаратные и программные компоненты системы, анализируются перспективы дальнейшей модернизации.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, автоматика, полив, освещение, растениеводство.

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR MONITORING OF HUMIDITY LEVEL AND CONTROL OF ADDITIONAL LIGHTING OF PLANTS

Nikolay A. Burimskiy, Roman V. Golovanov, Vitaly V. Borisov
PSUTI, Samara, Russia
Burimsky2017@yandex.ru

Abstract. The article discusses the development of a hardware and software system based on the Arduino microcontroller, designed for automated control of plant lighting and soil moisture monitoring. The hardware and software components of the system are described, and the prospects for further modernization are analyzed.

Keywords: hardware and software complex, automation, irrigation, lighting, plant growing.

Автоматизация процессов ухода за растениями, включая управление освещением и контроль влажности почвы, является актуальной задачей в сфере растениеводства. Управление источниками искусственного освещения способствует оптимизации роста и развития растений [1]. Одним из факторов, определяющих состояние растений, является влажность грунта, влияющая на доступность воды и питательных веществ для корневой системы [2].

Целью работы является разработка программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего автоматизированное управление источниками освещения в заранее определённые временные интервалы, осуществляющего измерение и

индикацию уровня влажности почвы с визуальным отображением на экране и звуковым сигналом, уведомляющим о изменениях в состоянии влажности грунта, уведомляющим о включении и отключении освещения.

В соответствии с целью были поставлены задачи определить применяемый микроконтроллер, модули вывода информации и управления нагрузкой, разработать алгоритм работы системы автоматического контроля освещения и мониторинга влажности почвы, разработать текст кода программы управления. В процессе работы в качестве методов исследования выбраны методы сравнительного анализа и абстрактно-логический.

Для реализации поставленной задачи в качестве аппаратного микроконтроллера выбран микроконтроллер Arduino nano328p [3]. К микроконтроллеру подключаются датчик влажности, модуль дисплея, релейный модуль, модуль RTC DS3231 функционирующий как часы, предоставляющий текущее время для реализации расписания работы системы освещения. Датчик влажности YL-69 выводящий аналоговый сигнал, значение которого пропорционально содержанию влаги в почве. Релейный модуль отвечает за включение и отключение питания освещения. Информация о текущем состоянии системы, уровне влажности, выводится на OLED-дисплей SSD1306 для мониторинга уровня влажности, отображаемого в процентах, дополнительно выводящего текущий статус, соответствующий одному из четырёх определенных: «почва сухая», «почва подсыхает», «допустимая влажность почвы», «почва залита». Тактовая кнопка запускает функцию измерения влажности по требованию пользователя, звуковой сигнализатор посредством серии писков дополнительно информирует о смене состояния реле, изменении уровня влажности, схема подключения модулей к микроконтроллеру представлена на рис. 1.

По представленному на рис. 2 в виде блок-схемы алгоритму был написан текст кода, управляющий автоматикой. В начале текста кода подключаются библиотеки Wire.h, RTClib.h для часов реального времени, Adafruit_GFX.h, Adafruit_SSD1306.h для управления дисплеем, U8g2_for_Adafruit_GFX.h для отображения кириллического текста. Объявляются константы размеров экрана, сброса вывода информации, создаются объекты «display» для управления экраном, «u8g2Fonts» для работы со шрифтами, «rtc» для взаимодействия с модулем реального времени.

Определяются пины подключения реле, датчика влажности, кнопки, звукового сигнализатора. Выводятся переменные для хранения предыдущего состояния реле, времени последней проверки уровня влажности, последнего отображения информации на экране, кнопки. Устанавливаются константы «debounceDelay», «displayDuration», определяющие задержку обработки кнопки, длительность показа информации на экране.

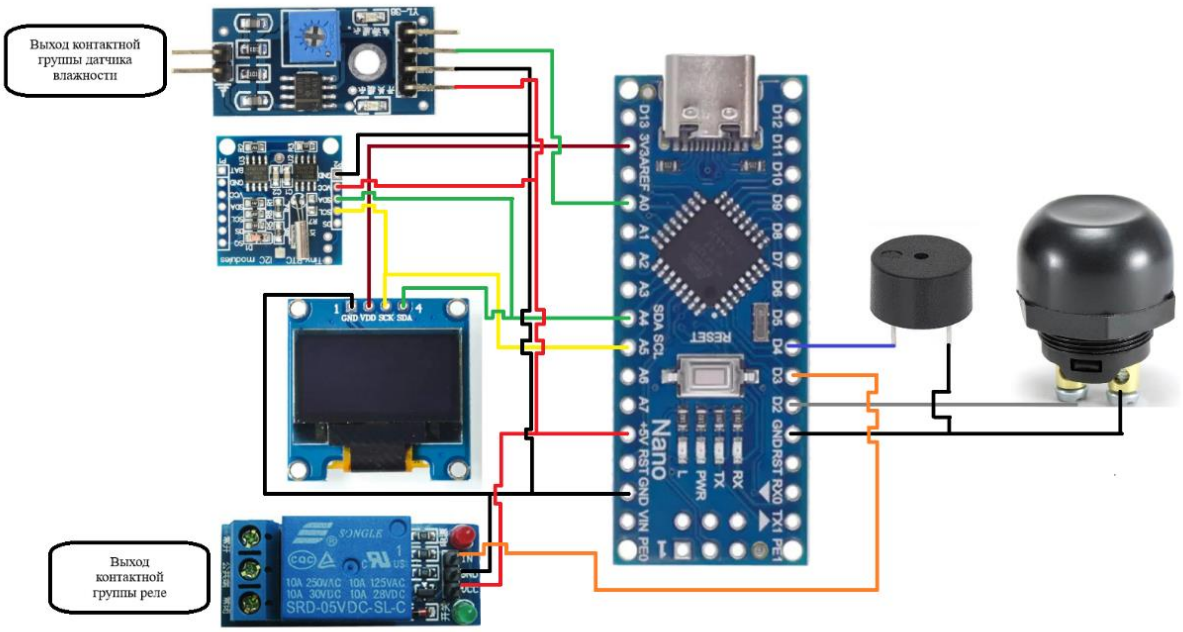


Рис. 1. Схема подключения модулей к микроконтроллеру Arduino nano328p

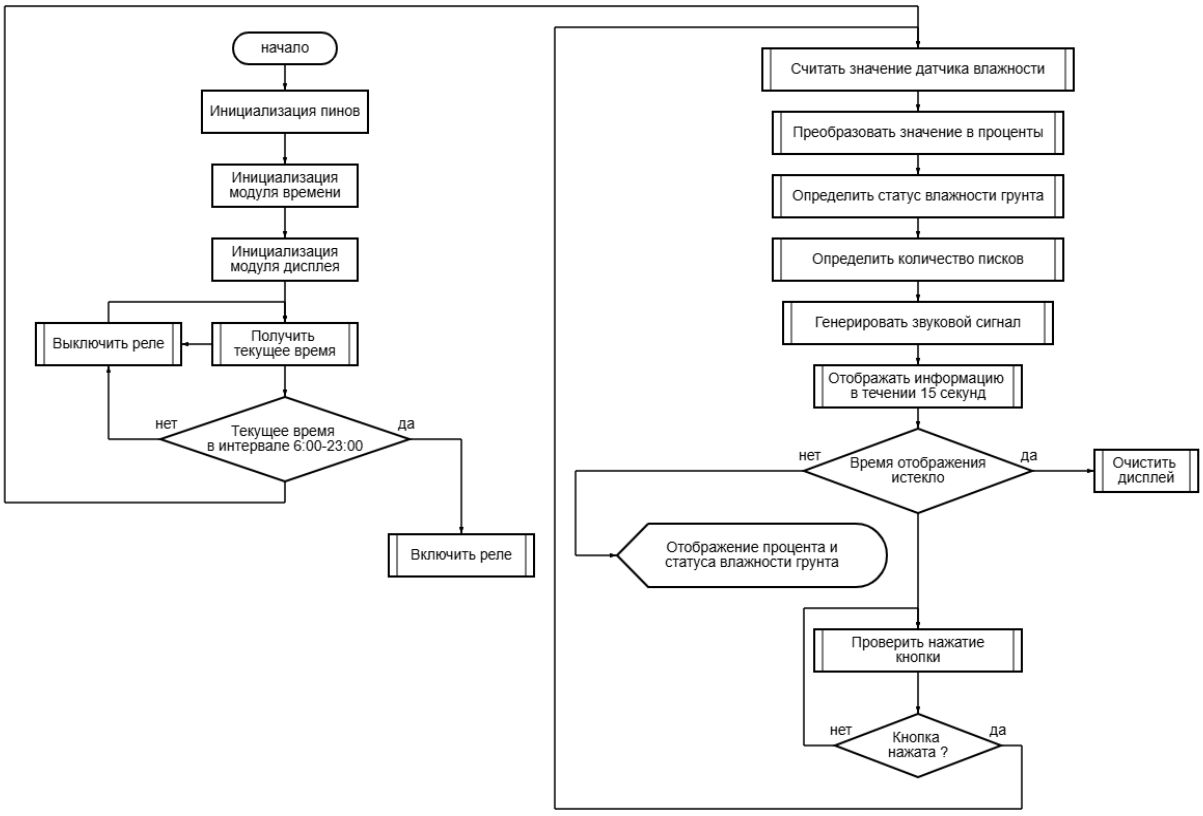


Рис. 2. Алгоритм автоматического управления освещения и мониторинга влажности почвы

В программном модуле «setup» инициализируются входы и выходы микроконтроллера, реле, зуммер устанавливаются в выключенное состояние. Кнопка настраивается с подтяжкой к питанию «INPUT_PULLUP», проверяется

успешность инициализации дисплея, подключается кириллический шрифт, очищается экран.

В программном модуле «loop» выполняется основная логика работы, считывается текущее время с модуля реального времени, если текущее время в интервале от 06:00 до 23:00, на управляющий контакт реле подается сигнал замыкания цепи питания фитоламп. Если кнопка нажата, устанавливается флаг «measurementTriggered», когда флаг установлен, вызывается функция «checkMoistureAndDisplay». Если экран активен, он автоматически очищается через устанавливаемое количество миллисекунд во избежание перегорания пикселей.

Функция «checkMoistureAndDisplay» измеряет влажность почвы, вычисляет процентное значение, определяет статус почвы, выводит данные на дисплей. В зависимости от уровня влажности статус меняется от «Почва сухая» до «Земля залита». При отображении информации вызывается функция «beepBuzzer».

Функция «beepBuzzer» проигрывает серию писков, количество которых зависит от влажности почвы: чем выше влажность, тем больше писков. Частота сигнала установлена в 4000 Гц, пауза между сигналами 5 секунд.

Разработанный комплекс выполняет автоматическое управление освещением растений в заданных временных диапазонах, считывает данные о влажности почвы и отображает их на OLED-дисплее. Реле активируется в 6:00 и отключается в 23:00, имитируя световой цикл с использованием фитоламп или иных источников света в условиях недостаточного естественного освещения. При изменении состояния реле звуковой сигнализатор подает серию звуковых сигналов, количество которых соответствует текущему уровню влажности почвы. По нажатию на кнопку выполняется измерение влажности, результаты отображаются на дисплее и сопровождаются звуковым сигналом.

Проведены эксперименты с проверкой изменения состояния выводимой на дисплей информации, её соответствие действительному текущему уровню влажности грунта. Результаты серии экспериментов подтверждают корректную работу разработанного программно-аппаратного комплекса. В перспективе планируется модернизация системы за счёт внедрения модуля Wi-Fi для удаленного сбора, мониторинга, автоматического создания графика пересыхания грунта с возможностью сравнения динамики в зависимости от выбранного временного интервала, добавление возможности автоматического орошения грунта, отправку уведомлений о текущем статусе влажности, времени последнего полива и остаточном времени до включения или отключения освещения на мобильное устройство пользователя. Функциональные возможности устройства позволяют применять его в домашних и лабораторных условиях растениеводства. Автоматизированное

освещение способствует поддержанию стабильного фотопериода, положительно влияя на рост и развитие растений. Контроль влажности почвы снижает риск пересушивания или переувлажнения грунта и, соответственно, повреждения корневой системы. Разработанный комплекс автоматизирует основной уход за растением, обеспечивая управление освещением и отслеживая уровень влажности почвы, создаёт благоприятные условия роста и благоприятно сказывается на здоровье растения за счёт поддержания стабильных циклов водного и светового режимов.

Источники

1. Цыганов Г.С. Использование сенсорных технологий для мониторинга почвы и растений: улучшение урожайности и качества продукции // Пензенский государственный аграрный университет. 2024. С. 152-154.

2. Чуб В.В., Миронова О.Ю. Влияние различных источников света на рост и развитие растений // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: Материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. Минск, 2017. С. 148-151.

3. Вечерков В.В., Абдураимов С.Р., Дунаева Е.А. Разработка комплексной агрометеостанции, основанной на микроконтроллере Arduino // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2023. № 33(196). С. 105-114.

УДК 004

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СОБЫТИЯМИ

Валиуллина Сюмбель Шаукатовна, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zaripova.rs@kgeu.ru

Аннотация. В условиях растущей сложности информационных потоков и увеличения объемов данных, управление событиями становится ключевым элементом эффективного функционирования цифровых систем. Современные системы управления событиями обеспечивают мониторинг, анализ и обработку событий в режиме реального времени, что критически важно для различных сфер, включая бизнес, промышленность и кибербезопасность. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью выбора оптимального инструмента для эффективного управления событиями, повышения их прозрачности и скорости реагирования на изменения. Данная статья посвящена углубленному сравнительному анализу популярных систем управления событиями, их функциональных возможностей и применимости в различных отраслях. Сравнительный анализ показал, что выбор системы зависит от таких факторов, как объем обрабатываемых данных, потребности в масштабируемости, интеграции с другими решениями и сложность настройки. В результате исследования было выявлено, что каждая система обладает уникальными характеристиками, что позволяет пользователям подбирать наиболее подходящий инструмент в зависимости от специфики задач и требований организации.

Ключевые слова: системы управления событиями, анализ данных, мониторинг, реальное время, сравнительный анализ, цифровые технологии, автоматизация.

COMPARATIVE ANALYSIS OF EVENT MANAGEMENT SYSTEMS

Valiullina Syumbel Shaukatovna, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
zaripova.rs@kgeu.ru

Abstract: In the context of increasing complexity of information flows and growing data volumes, event management has become a key element in the effective functioning of digital systems. Modern event management systems provide real-time monitoring, analysis, and processing of events, which is crucial for various fields, including business, industry, and cybersecurity. The relevance of this topic is driven by the need to choose the optimal tool for efficient event management, enhancing transparency, and improving response speed to changes. This article is dedicated to an in-depth comparative analysis of popular event management systems, their functionalities, and applicability across different industries. The comparative analysis has shown

that the choice of a system depends on factors such as the volume of processed data, scalability requirements, integration capabilities with other solutions, and configuration complexity. As a result of the study, it was found that each system has unique characteristics, allowing users to select the most suitable tool depending on the specific tasks and requirements of their organization.

Keywords: event management systems, data analysis, monitoring, real-time processing, comparative analysis, digital technologies, automation.

Системы управления событиями являются важным компонентом современных информационных технологий, обеспечивая мониторинг, анализ и оперативное реагирование на события в режиме реального времени. Их значение возрастает в условиях цифровой трансформации, когда скорость обработки информации и автоматизация процессов становятся ключевыми факторами эффективности в различных сферах – от бизнеса и промышленности до кибербезопасности и интернет-вещей (IoT). Такие системы помогают организациям выявлять аномалии, прогнозировать потенциальные угрозы и оптимизировать управление ресурсами.

Однако в последние годы управление событиями сталкивается с новыми вызовами, связанными с ростом объемов данных, усложнением инфраструктуры IT-систем и необходимостью интеграции с различными цифровыми платформами. В современном мире наблюдается тенденция к повышению гибкости и адаптивности систем управления событиями за счет внедрения технологий машинного обучения, облачных решений и автоматизированных аналитических инструментов. Несмотря на явные преимущества, существует необходимость сравнительного анализа различных систем для выявления их сильных и слабых сторон.

Целью данной статьи является проведение углубленного анализа наиболее распространенных систем управления событиями, с акцентом на их функциональные возможности, преимущества и недостатки.

Новизна исследования заключается в сравнительном анализе различных решений, что позволит выявить лучшие практики и специфические особенности систем управления событиями, применяемых в различных сферах. Такой подход недостаточно освещен в литературе и может представлять интерес для специалистов в области IT, аналитиков и разработчиков.

Объект исследования: системы управления событиями, применяемые в бизнесе, промышленности и IT-инфраструктуре. Предмет исследования: функциональные возможности систем управления событиями, их влияние на процессы мониторинга, анализа данных и автоматизации реагирования, а также практики их применения в различных отраслях.

Очевидно, что современные системы управления событиями способствуют оптимизации бизнес-процессов за счет автоматизированного

сбора и анализа данных, оперативного реагирования на критические события и интеграции с другими IT-системами. Однако их применение сталкивается с рядом трудностей, среди которых – высокая стоимость внедрения, сложность настройки, необходимость масштабируемости, а также обеспечение кибербезопасности и защиты данных. Решение этих проблем критически важно для успешного функционирования цифровых экосистем и повышения эффективности управления событиями.

Актуальность данного исследования обусловлена ростом объемов данных и потребностью в эффективных инструментах управления событиями. По данным аналитических агентств, в последние годы наблюдается активное внедрение систем управления событиями в корпоративной среде, что позволяет организациям снижать риски, повышать операционную эффективность и улучшать взаимодействие с клиентами.

Большинство современных систем управления событиями обладают схожими базовыми функциями, такими как сбор и обработка событий в реальном времени, анализ данных, автоматизированное реагирование и интеграция с другими IT-инструментами. Однако различия между ними проявляются в гибкости настройки, масштабируемости, удобстве интерфейса и методах обработки информации. Например, Splunk и ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana) предлагают мощные аналитические инструменты и визуализацию данных, что делает их удобными для крупных организаций, работающих с большими объемами данных. В то же время системы вроде Prometheus или Grafana лучше подходят для мониторинга инфраструктуры и DevOps-процессов благодаря их фокусировке на метриках и гибкости интеграции с облачными сервисами.

Внедрение систем управления событиями позволяет организациям не только повысить скорость реагирования на инциденты, но и улучшить стратегическое планирование за счет глубокого анализа данных. В бизнесе это выражается в повышении операционной эффективности и минимизации рисков, а в сфере кибербезопасности – в быстром обнаружении угроз и предотвращении кибератак. В промышленности такие системы помогают отслеживать состояние оборудования и предотвращать аварии путем предиктивного анализа.

Использование систем управления событиями не только автоматизирует рутинные процессы, но и сокращает затраты на мониторинг и анализ, освобождая ресурсы для решения более сложных задач. Автоматическая обработка событий позволяет компаниям минимизировать человеческий фактор и повысить точность принимаемых решений. Кроме того, современные системы предоставляют доступ к продвинутым аналитическим инструментам,

включая машинное обучение и предиктивную аналитику, что улучшает прогнозирование возможных проблем и оптимизирует управление ресурсами.

Несмотря на множество преимуществ, внедрение систем управления событиями может сопровождаться определенными сложностями. Среди них – необходимость адаптации сотрудников к новым инструментам, сложность интеграции с существующими системами, возможные задержки в обработке данных и проблемы кибербезопасности. Для успешного использования таких систем важно учитывать не только технические характеристики, но и готовность организации к их внедрению.

Анализ литературы и исследований показывает, что большинство работ сосредоточено либо на конкретных технических аспектах систем управления событиями, либо на их применении в узких областях, таких как кибербезопасность или бизнес-аналитика. Однако комплексные сравнительные исследования, рассматривающие эффективность различных решений в разных отраслях, встречаются реже. Это подчеркивает необходимость системного анализа, который позволит выработать рекомендации по выбору наиболее подходящей системы управления событиями в зависимости от специфики деятельности организации.

Современные системы управления событиями оказывают значительное влияние на цифровую трансформацию бизнеса, обеспечивая эффективный контроль за процессами и повышение безопасности [1]. Они становятся неотъемлемой частью цифровой экосистемы, связывая между собой бизнес-процессы, автоматизированные системы и интеллектуальные решения [2]. Интеграция таких систем с технологиями больших данных, облачными вычислениями и искусственным интеллектом расширяет их функциональные возможности, позволяя организациям не только реагировать на события, но и предсказывать их развитие, что является важным шагом на пути к интеллектуальному управлению.

Системы управления событиями оказывают значительное влияние на процессы мониторинга, анализа и автоматизированного реагирования в различных отраслях [3].

Сравнительный анализ показал, что выбор системы должен основываться на потребностях организации, специфике обрабатываемых данных и уровне интеграции с существующей IT-инфраструктурой. Глубокое понимание преимуществ и ограничений каждой системы позволяет оптимизировать процессы обработки событий и повысить эффективность управления. Для наглядной демонстрации слабых и сильных сторон сравниваемых программных продуктов представлена лепестковая диаграмма с пятибалльной шкалой оценивания критериев, где значение 5 – наилучший показатель, а 0 – наихудший (рис. 1).

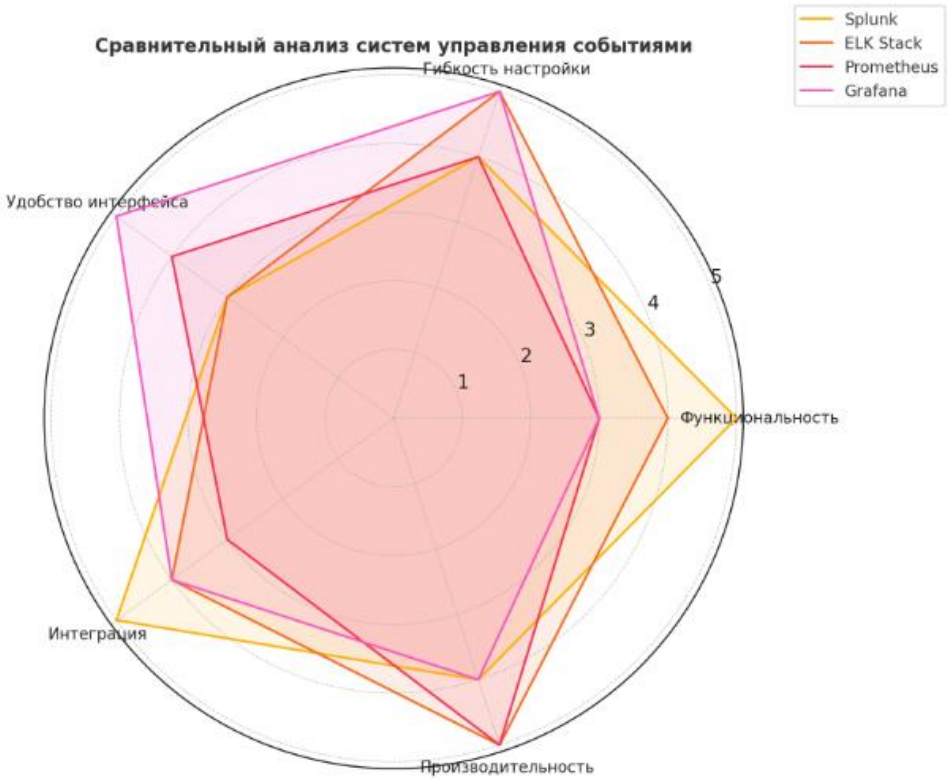


Рис. 1. Диаграмма сравнения программных продуктов

Исследование показало, что наиболее популярные системы управления событиями предлагают широкий спектр функциональных возможностей, включая анализ в реальном времени, визуализацию данных, автоматизацию реакции на события и интеграцию с внешними сервисами. Однако каждая система имеет свои особенности, которые делают её более или менее подходящей для конкретных задач. Таким образом, данное исследование внесло вклад в понимание цифровых систем управления событиями и их роли в современной цифровой экосистеме.

Источники

1. Зарипова Р.С., Пырнова О.А. Управление деятельностью организаций в условиях цифровой экономики // Ученые записки ИСГЗ. 2018. Т. 16. № 2. С. 70-75.

2. Ригович Д.С., Зарипова Р.С. Бизнес-интеллектуальные технологии как важнейший тренд информационных технологий // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 4 (22). С. 25-27.

3. Хаджиева Л.К., Халидов А.А., Хагаева А.В. Цифровизация и автоматизация производства в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 443-446.

УДК 621-004.9

РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ

Васильева Виктория Алексеевна, Платонова Снежанна Павловна, Радек Родион Сергеевич
ФГБОУ ВО «СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», г. Санкт-Петербург, Россия
vika.vasileva1002@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается роль цифровых двойников как инновационного инструмента в области прогнозирования и управления рисками. Проанализированы основные преимущества и ограничения данной технологии по сравнению с традиционными методами, а также перспективы её развития в различных отраслях.

Ключевые слова: цифровой двойник, риски, управление, прогнозирование, анализ, оптимизация.

THE ROLE OF DIGITAL TWINS IN FORECASTING AND RISK MANAGEMENT

Vasileva Victoriia Alekseevna, Platonova Snezhanna Pavlovna, Radek Rodion Sergeyevich
SPbSUT, St. Petersburg, Russia
vika.vasileva1002@mail.ru

Abstract. The article examines the role of digital twins as an innovative tool in the field of risk forecasting and management. The main advantages and limitations of this technology compared to traditional methods are analyzed, as well as the prospects for its development in various industries.

Keywords: digital twin, risks, management, forecasting, analysis, optimisation.

В свете стремительной цифровизации и увеличения объемов данных технологии виртуального моделирования становятся незаменимыми инструментами для успешного управления бизнес-процессами и оценки рисков. Одной из центральных технологий в этой области являются цифровые двойники (Digital Twin, DT). Термин «цифровой двойник» впервые был введен Майклом Гривзом в 2002 году в контексте концепции управления жизненным циклом продукта (PLM) [4]. Согласно исследованию Gartner, к 2023 году более 67% компаний, внедривших IoT, используют цифровые двойники, что на 26% больше по сравнению с 2019 годом [1].

Цифровой двойник представляет собой динамическую виртуальную реплику физического объекта, системы или процесса, которая в режиме

реального времени отражает состояние своего физического аналога. В отличие от статических моделей, цифровой двойник постоянно обновляется благодаря данным, поступающим от датчиков, IoT-устройств и систем мониторинга. Это позволяет анализировать текущее состояние объекта и проводить симуляции различных сценариев без вмешательства в работу реального объекта.

Применение цифровых двойников особенно актуально в контексте прогнозирования и управления рисками, поскольку они предоставляют возможность предсказывать потенциальные угрозы и последствия решений до их реализации, что минимизирует финансовые потери и снижает вероятность аварий, сбоев и катастроф.

Комплексное решение на основе цифрового двойника включает несколько ключевых компонентов: физический объект, виртуальную модель, систему сбора данных в реальном времени, аналитические инструменты и интеграцию с другими системами предприятия. Такая архитектура обеспечивает полный цикл управления от мониторинга до принятия решений.

По уровню детализации цифровые двойники можно разделить на компонентные (моделирующие отдельные элементы), системные (охватывающие целостные системы) и интегрированные экосистемы (объединяющие множество взаимосвязанных систем). По степени автономности выделяют ручные, автоматизированные и полностью автономные цифровые двойники [2].

Использование цифровых двойников для оценки рисков становится критически важным для организаций, подверженных различным угрозам. Рассмотрим конкретные возможности этой технологии в области прогнозирования рисков:

Моделирование аварийных ситуаций позволяет имитировать поведение систем в условиях экстремальных нагрузок. Например, Boeing и General Electric используют цифровые двойники для прогнозирования отказов авиационных двигателей, что сократило количество внеплановых ремонтов на 35% и снизило эксплуатационные расходы на 25% [3].

Предиктивная аналитика и техобслуживание на основе машинного обучения позволяют предсказывать поломки оборудования до их возникновения. Компания Siemens внедрила цифровые двойники на своих производственных линиях, что привело к снижению времени простоя оборудования на 18% и увеличению производительности на 20% [5].

Анализ влияния внешних факторов (экономических кризисов, климатических изменений, политических событий) на функционирование предприятий становится более точным и комплексным. Нефтегазовые компании используют цифровые двойники для моделирования последствий природных катаклизмов на инфраструктуру, что позволило снизить риски аварий на 40% [6].

В отличие от традиционных методов управления рисками, основанных на статических моделях и исторических данных, цифровые двойники обеспечивают динамический подход с использованием данных в реальном времени. Это позволяет не только выявлять и оценивать риски, но и активно управлять ими.

Таблица 1. Сравнение использования цифровых двойников с другими методами управления рисками

Метод управления рисками	Преимущества	Ограничения	Область применения
Цифровые двойники	Моделирование в реальном времени, высокая точность прогнозов, возможность тестирования различных сценариев	Высокая стоимость внедрения, зависимость от качества данных, сложность интеграции	Промышленность, энергетика, транспорт, здравоохранение, финансы
SWOT-анализ	Простота использования, низкая стоимость, широкий охват факторов	Субъективность оценок, отсутствие количественных показателей, статичность	Стратегическое планирование, маркетинг, бизнес-планирование
FMEA	Систематический подход, выявление критических точек отказа, количественная оценка рисков	Трудоемкость, фокус на отдельных компонентах, а не на системе в целом	Производство, проектирование, качество продукции
HAZOP	Детальный анализ процессов, выявление потенциальных опасностей, командный подход	Высокая трудоемкость, зависимость от опыта экспертов, ограниченность применения	Химическая промышленность, нефтегазовая отрасль, фармацевтика
Метод Монте-Карло	Учет неопределенности, количественная оценка рисков, множественные сценарии	Сложность моделирования, зависимость от исходных данных, высокие требования к квалификации	Финансы, страхование, проектный менеджмент, исследования

В контексте управления рисками цифровые двойники решают следующие задачи:

Оптимизация стратегий управления рисками через тестирование различных подходов без ущерба для реальной системы. Финансовые организации используют цифровые двойники для моделирования последствий изменений в кредитной политике, что позволило снизить уровень невозвратов на 15% [1].

Совершенствование реагирования на чрезвычайные ситуации. Городские службы Сингапура и Барселоны внедрили цифровые двойники для моделирования эвакуации населения при природных катаклизмах, что сократило расчетное время эвакуации на 23% [3].

Управление рисками кибербезопасности через тестирование информационных систем на устойчивость к атакам. Компании финансового сектора используют цифровые двойники для проведения стресс-тестов своих систем, что позволило выявить и устранить до 78% потенциальных уязвимостей [6].

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение цифровых двойников сопряжено с рядом проблем. Интеграция с существующими IT-системами часто вызывает технические сложности. По данным исследования McKinsey, около 60% проектов по внедрению цифровых двойников сталкиваются с проблемами интеграции, что увеличивает сроки реализации в среднем на 40% [2].

Существенным барьером является недостаток квалифицированных специалистов. Согласно опросу Deloitte, 73% компаний отмечают нехватку кадров с необходимыми компетенциями в области цифровых двойников [5]. Также актуальны вопросы безопасности данных – риски кибератак и утечки конфиденциальной информации требуют дополнительных мер защиты.

Несмотря на эти вызовы, перспективы развития цифровых двойников выглядят многообещающе. По прогнозам Markets and Markets, глобальный рынок цифровых двойников вырастет с 3,1 млрд долларов в 2020 году до 48,2 млрд долларов к 2026 году, с ежегодным темпом роста 58% [4]. Этому способствуют инновации в области искусственного интеллекта и машинного обучения, которые расширяют возможности цифровых двойников и повышают точность прогнозов.

Расширяется и сфера применения цифровых двойников. Если изначально они использовались преимущественно в промышленности, то сейчас активно внедряются в здравоохранении (персонализированная медицина), городском планировании (умные города), сельском хозяйстве (точное земледелие) и других областях.

В заключение следует отметить, что цифровые двойники трансформируют подход к прогнозированию и управлению рисками, обеспечивая более высокую точность, оперативность и обоснованность принимаемых решений. Они позволяют компаниям не только реагировать на возникающие угрозы, но и предвидеть их, что критически важно в условиях растущей неопределенности и сложности бизнес-среды.

Создавая точные виртуальные реплики своих активов и процессов, организации получают возможность тестировать различные сценарии и оценивать последствия решений без риска для реальных систем. Это особенно

ценно в ситуациях, когда традиционные методы управления рисками оказываются недостаточно эффективными.

Таким образом, цифровые двойники становятся ключевым элементом стратегического планирования и операционного управления в современных компаниях, способствуя повышению их устойчивости и конкурентоспособности в условиях цифровой трансформации экономики.

Источники

1. Абрамова А.В., Сергеев И.С. Цифровые двойники в управлении рисками промышленных предприятий // Экономика и управление: проблемы, решения. 2021. Т. 3. № 11 (120). С. 70-75.
2. Белов А.В., Иванов П.Д. Применение цифровых двойников для прогнозирования отказов оборудования // Автоматизация в промышленности. 2022. № 5. С. 34-39.
3. Григорьев М.Ю., Смирнова О.П. Анализ рисков при внедрении цифровых двойников // Инновации. 2023. № 2. С. 45-50.
4. Дмитриев С.П. Цифровые двойники и их роль в управлении рисками производственных процессов // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2021. Т. 12. № 3. С. 78-85.
5. Егоров И.А., Козлов А.С. Методы оценки эффективности применения цифровых двойников для снижения рисков // Цифровая экономика. 2022. № 4. С. 67-74.
6. Сидоров Е.К., Федоров А.В. Моделирование рисков с использованием цифровых двойников // Системный анализ и логистика. 2022. № 1. С. 56-63.

УДК 004.9

ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Васильева Виктория Алексеевна, Платонова Снежанна Павловна, Радек Родион Сергеевич
ФГБОУ ВО «СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», г. Санкт-Петербург, Россия
vika.vasileva1002@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается применение имитационных моделей для формирования и валидации требований к системной безопасности информационных систем. Проанализированы преимущества имитационного моделирования по сравнению с традиционными методами оценки безопасности, представлены основные подходы к построению моделей и их интеграции в процесс разработки защищенных информационных систем. Особое внимание уделено практическим аспектам использования имитационных моделей для прогнозирования и предотвращения угроз безопасности.

Ключевые слова: имитационное моделирование, информационная безопасность, системные требования, угрозы безопасности, валидация требований, киберугрозы, защита информации.

SIMULATION MODELS AS A TOOL FOR FORMING REQUIREMENTS FOR SYSTEM SECURITY OF INFORMATION SYSTEMS

Vasileva Victoriia Alekseevna, Platonova Snezhanna Pavlovna, Radek Rodion Sergeyevich
SPbSUT, St. Petersburg, Russia
vika.vasileva1002@mail.ru

Abstract. The paper examines the application of simulation models for the formation and validation of requirements for the system security of information systems. The advantages of simulation modeling compared to traditional security assessment methods are analyzed, the main approaches to building models and their integration into the process of developing secure information systems are presented. Special attention is paid to the practical aspects of using simulation models for predicting and preventing security threats.

Keywords: simulation modeling, information security, system requirements, security threats, requirements validation, cyber threats, information protection.

Имитационная модель в контексте информационной безопасности представляет собой программную реализацию, воспроизводящую поведение информационной системы и потенциальных нарушителей в различных

сценариях. Согласно исследованию Gartner, к 2023 году более 45% организаций, занимающихся разработкой критически важных информационных систем, используют имитационное моделирование для оценки рисков безопасности, что на 23% больше по сравнению с 2020 годом [3]. Практика показывает, что внедрение имитационного моделирования в финансовом секторе позволяет снизить вероятность успешной реализации кибератак на 37% и сократить время реагирования на инциденты на 42%.

Основное преимущество имитационных моделей заключается в возможности проактивного выявления уязвимостей и оценки эффективности механизмов защиты до внедрения системы в эксплуатацию. Это позволяет значительно снизить затраты на устранение проблем безопасности, которые, согласно данным IBM, в 30 раз выше на этапе эксплуатации по сравнению с этапом проектирования [5]. Конкретные расчеты показывают, что стоимость устранения уязвимости на этапе проектирования составляет в среднем 80-120 человеко-часов, тогда как на этапе эксплуатации эта цифра возрастает до 2400-3600 человеко-часов, не считая потенциального ущерба от инцидентов.

Процесс формирования требований к безопасности с использованием имитационных моделей включает несколько ключевых этапов. На начальном этапе определяются границы системы, ее компоненты и взаимосвязи между ними. Затем формируется модель угроз, включающая потенциальных нарушителей, их мотивацию, возможности и вероятные сценарии атак. На основе этой информации разрабатывается имитационная модель, позволяющая симулировать различные сценарии атак и оценивать их последствия. Для крупных информационных систем этот процесс занимает от 3 до 6 месяцев и требует участия специалистов различного профиля: аналитиков безопасности, разработчиков, системных архитекторов и экспертов по моделированию.

Современные подходы к имитационному моделированию безопасности можно разделить на несколько категорий. Агентное моделирование фокусируется на поведении отдельных акторов (пользователей, нарушителей, компонентов системы) и их взаимодействии. Типичная агентная модель для банковской системы включает от 1000 до 5000 агентов, имитирующих поведение легитимных пользователей, и 10-50 агентов, моделирующих действия потенциальных нарушителей. Дискретно-событийное моделирование концентрируется на последовательности событий безопасности и их влиянии на состояние системы. Такие модели обрабатывают до 10000 событий в секунду и позволяют симулировать работу системы на протяжении нескольких месяцев за считанные минуты. Системно-динамическое моделирование позволяет анализировать долгосрочные тенденции и обратные связи в контексте безопасности [2]. Эти модели оперируют десятками взаимосвязанных переменных и позволяют прогнозировать эволюцию угроз на горизонте 3-5 лет.

Применение имитационных моделей для формирования требований к безопасности имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с традиционными методами. Во-первых, они позволяют учитывать динамический характер угроз и адаптивное поведение нарушителей. Во-вторых, обеспечивают количественную оценку рисков и эффективности механизмов защиты. В-третьих, позволяют выявлять неочевидные уязвимости, возникающие на стыке различных компонентов системы. Практика показывает, что имитационное моделирование выявляет на 28-35% больше потенциальных уязвимостей по сравнению с традиционным анализом угроз и уязвимостей.

Таблица 1. Сравнение методов формирования требований к безопасности информационных систем

Метод	Преимущества	Ограничения	Область применения
Имитационное моделирование	Учет динамики угроз, количественная оценка рисков, выявление неочевидных уязвимостей	Высокая сложность разработки, требует значительных вычислительных ресурсов	Критические информационные системы, финансовый сектор, государственные информационные системы
Анализ угроз и уязвимостей	Простота применения, низкие требования к ресурсам, стандартизированные методики	Статический характер, субъективность оценок, ограниченный учет взаимодействия компонентов	Типовые информационные системы, системы с низким уровнем риска
Экспертная оценка	Учет опыта специалистов, гибкость, быстрота получения результатов	Субъективность, зависимость от квалификации экспертов, сложность формализации	Уникальные системы, инновационные решения, предварительная оценка
Тестирование на проникновение	Практическая проверка защищенности, выявление реальных уязвимостей	Ограниченный охват сценариев, риск нарушения работы системы, высокая стоимость	Действующие системы, финальные этапы разработки
Формальные методы верификации	Математическая строгость, доказуемость свойств безопасности	Сложность применения, ограниченность масштабирования, высокие требования к формализации	Критические компоненты, протоколы безопасности, криптографические алгоритмы

Практическое применение имитационных моделей для формирования требований к безопасности можно проиллюстрировать на примере финансовых организаций. Компания JP Morgan Chase использовала имитационное моделирование для оценки устойчивости своих систем к DDoS-атакам, что позволило выявить критические уязвимости и сформировать требования к системе защиты, снизившие риск успешной атаки на 67% [1]. Конкретная реализация включала моделирование 17 различных сценариев DDoS-атак с пиковой нагрузкой до 1,2 Тбит/с и длительностью до 72 часов. Модель учитывала географическое распределение трафика, возможности существующих средств защиты и поведение легитимных пользователей в условиях атаки.

В сфере государственных информационных систем Агентство национальной безопасности США применяет имитационные модели для анализа сценариев целенаправленных атак на критическую инфраструктуру. Это позволило разработать комплексные требования к безопасности, учитывающие взаимозависимости различных систем и потенциальные каскадные эффекты при компрометации отдельных компонентов [4]. Модель включает более 200 взаимосвязанных компонентов критической инфраструктуры и позволяет симулировать последствия компрометации ключевых узлов с точностью до 89% по сравнению с реальными инцидентами.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение имитационного моделирования в процесс формирования требований к безопасности сопряжено с рядом вызовов. Одним из основных является сложность разработки адекватных моделей, учитывающих все значимые аспекты безопасности. По данным исследования Ponemon Institute, около 65% организаций отмечают недостаток квалифицированных специалистов, способных разрабатывать и интерпретировать результаты имитационных моделей безопасности [6]. Средняя стоимость разработки полноценной имитационной модели для крупной информационной системы составляет от 250 000 до 500 000 долларов США, а срок разработки – от 6 до 12 месяцев.

Другой проблемой является валидация самих моделей – подтверждение того, что они адекватно отражают реальные угрозы и уязвимости. Для решения этой задачи применяются методы ретроспективного анализа инцидентов безопасности, экспертной оценки и сравнения с результатами практического тестирования на проникновение. Статистика показывает, что точность прогнозирования инцидентов безопасности с помощью имитационных моделей составляет 72-85% для известных типов атак и 45-60% для новых векторов атак.

Интеграция имитационных моделей в процесс разработки информационных систем требует изменения традиционных подходов к управлению требованиями. Эффективным решением является внедрение

концепции «безопасность через проектирование» (Security by Design), где имитационные модели используются на всех этапах жизненного цикла системы – от формирования начальных требований до тестирования и сопровождения. Практика показывает, что такой подход позволяет сократить количество уязвимостей в готовой системе на 43-56% и снизить затраты на обеспечение безопасности на 27-35% в долгосрочной перспективе.

Перспективным направлением развития имитационного моделирования в контексте безопасности является применение методов машинного обучения для автоматизации генерации сценариев атак и адаптации моделей к изменяющимся угрозам. Исследования показывают, что использование алгоритмов обучения с подкреплением позволяет выявлять на 35% больше потенциальных векторов атак по сравнению с традиционными методами моделирования [2]. Современные системы моделирования используют нейронные сети с архитектурой LSTM (Long Short-Term Memory) для прогнозирования поведения нарушителей и генеративно-состязательные сети (GAN) для создания реалистичных сценариев атак.

Также активно развивается направление совместного моделирования физических и информационных аспектов безопасности, что особенно актуально для киберфизических систем, промышленных систем управления и Интернета вещей. Такой подход позволяет учитывать взаимосвязи между физической и информационной безопасностью и формировать комплексные требования защиты. Примером может служить моделирование безопасности умных энергосетей (Smart Grid), где имитационные модели учитывают как кибератаки на системы управления, так и физическое воздействие на инфраструктуру с точностью прогнозирования последствий до 82%.

В заключение следует отметить, что имитационные модели становятся незаменимым инструментом для формирования обоснованных и эффективных требований к системной безопасности информационных систем. Они позволяют перейти от реактивного к проактивному подходу в обеспечении безопасности, основанному на предвидении и предотвращении угроз до их реализации.

Применение имитационного моделирования особенно актуально в условиях роста сложности информационных систем и эволюции киберугроз. Оно обеспечивает возможность количественной оценки рисков, оптимизации инвестиций в безопасность и валидации требований до внедрения системы в эксплуатацию.

Таким образом, интеграция имитационных моделей в процесс формирования требований к безопасности информационных систем представляет собой важный шаг в развитии методологии обеспечения информационной безопасности, способствующий повышению защищенности

критически важных информационных ресурсов в условиях цифровой трансформации.

Источники

1. Алексеев А.В., Иванов С.П. Имитационное моделирование киберугроз в финансовом секторе // Вопросы кибербезопасности. 2022. № 3. С. 45-52.
2. Борисов Н.К. Методы машинного обучения в имитационном моделировании безопасности информационных систем // Информационные технологии. 2021. Т. 27. № 4. С. 67-75.
3. Григорьев М.Ю., Смирнова О.П. Современные подходы к моделированию угроз информационной безопасности // Защита информации. Инсайд. 2023. № 2. С. 34-41.
4. Дмитриев С.П. Имитационное моделирование для защиты критической информационной инфраструктуры // Вестник информационной безопасности. 2021. Т. 12. № 3. С. 78-85.
5. Егоров И.А., Козлов А.С. Экономическая эффективность применения имитационных моделей для обеспечения безопасности информационных систем // Экономика и управление. 2022. № 4. С. 67-74.
6. Сидоров Е.К., Федоров А.В. Проблемы валидации имитационных моделей безопасности // Системный анализ и информационные технологии. 2022. № 1. С. 56-63.

УДК 004.942

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ ПО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЮ И АДДИТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Вдовина Виктория Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
vik.ktor.ria@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается экономическая целесообразность внедрения цифровых двойников в образовательные программы, специализирующиеся на 3D-моделировании и аддитивных технологиях. Анализируются потенциальные выгоды, включающие сокращение расходов на физические прототипы и оборудование, повышение безопасности и интенсивности обучения, улучшение усвояемости материала и повышение конкурентоспособности выпускников. Проводится оценка затрат на разработку и внедрение ЦД, а также анализируется рентабельность инвестиций. Результаты исследования позволяют обосновать целесообразность использования цифровых двойников в образовательном процессе и выявить ключевые факторы успеха при их внедрении.

Ключевые слова: Цифровой двойник, 3D-моделирование, аддитивные технологии, образовательная программа, экономическая эффективность, ROI, инвестиции, обучение, кадры, цифровизация, промышленность, рентабельность.

COST-EFFECTIVENESS OF INTRODUCING DIGITAL DOUBLES IN EDUCATIONAL PROGRAMS ON 3D MODELING AND ADDITIVE TECHNOLOGIES

Vdovina Viktoria Alexandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
Vadd_93@mail.ru

Abstract. The article considers the economic feasibility of introducing digital twins into educational programs specializing in 3D modeling and additive technologies. The potential benefits are analyzed, including reducing the cost of physical prototypes and equipment, increasing the safety and intensity of training, improving the digestibility of the material and increasing the competitiveness of graduates. The cost of developing and implementing a data center is estimated, and the return on investment is analyzed. The results of the study make it possible to substantiate the expediency of using digital twins in the educational process and identify key success factors in their implementation.

Keywords: Digital twin, 3D modeling, additive technologies, educational program, economic efficiency, ROI, investment, training, personnel, digitalization, industry, profitability.

Современное образование все активнее адаптируется к требованиям цифровой экономики, в которой ключевыми ресурсами становятся данные, цифровые модели и технологии быстрой визуализации. Одной из наиболее перспективных концепций в этом контексте является применение цифровых двойников – виртуальных реплик объектов, процессов или систем, которые отражают их поведение в реальном времени и позволяют проводить анализ, симуляции и тестирование без необходимости материальных затрат. В области инженерного образования, особенно в курсах по 3D-моделированию и аддитивным технологиям, внедрение цифровых двойников открывает новые возможности не только в части повышения качества подготовки студентов, но и с позиции экономической эффективности [1].

Под цифровым двойником в образовательном контексте принято понимать цифровую модель, связующую учебный проект с возможностью анализа в виртуальной среде. Это может быть трехмерная модель детали, система управления производственным процессом или даже цифровой симулятор функционирования производственной линии. Благодаря цифровому двойнику студент может не только визуализировать результаты проектирования, но и протестировать поведение модели при различных условиях.

В рамках дисциплин, связанных с 3D-моделированием и 3D-печатью, цифровой двойник позволяет связать геометрию объекта, технологические параметры печати (высоту слоя, температуру, скорость подачи) и итоговые характеристики изделия (точность, прочность, стоимость производства). Таким образом, обучающиеся получают возможность оценивать эффективность своих проектных решений ещё до выхода на физический этап прототипирования.

Одним из ключевых преимуществ цифровых двойников является снижение затрат на материальные ресурсы. Традиционное обучение 3D-печати часто требует большого количества расходных материалов (пластик, смолы, нити), а ошибки в моделях ведут к неудачным печатным заданиям, которые приходится повторять [2]. Использование цифровых двойников на предварительных этапах позволяет провести симуляцию процесса печати и устранить недочеты заранее, сокращая тем самым количество неудачных попыток.

Еще один важный аспект – экономия времени преподавателя и учащегося. Виртуальная отладка моделей и проверка их печатоспособности может проводиться одновременно с другими образовательными задачами, что позволяет повысить интенсивность и глубину усвоения материала без дополнительного увеличения учебной нагрузки.

Также стоит отметить долгосрочные экономические эффекты, связанные с повышением качества подготовки выпускников. Образовательные

программы, включающие цифровые двойники, способствуют формированию у студентов навыков, актуальных для высокотехнологичного рынка труда: системного мышления, цифровой грамотности, умения работать с инженерными симуляторами и анализа больших массивов данных. Это, в свою очередь, повышает конкурентоспособность выпускников и усиливает позиции образовательного учреждения в рейтингах.

Сфера 3D-печати особенно чувствительна к неточностям в проектировании, что делает цифровые двойники не просто полезным, а необходимым инструментом. Примером может служить разработка изделия с определенными прочностными характеристиками: используя цифровой двойник, можно заранее определить участки, подверженные деформации или перегреву при печати, и внести изменения в геометрию или технологические параметры [3].

Кроме того, цифровой двойник может быть связан с экономическим модулем, который рассчитывает ориентировочную стоимость печати изделия в зависимости от выбранных параметров. Это позволяет студентам самостоятельно оценивать экономическую целесообразность своих решений, что особенно важно при обучении проектному мышлению и инженерной экономике.

На практике внедрение таких решений осуществляется через связку CAD-сред (например, Fusion 360, SolidWorks, Tinkercad) с программами анализа и подготовки моделей к печати (PrusaSlicer, Cura, Simplify3D), а также специализированными симуляторами процесса аддитивного производства (ANSYS Additive, Simufact Additive). Всё это формирует цифровую экосистему, в рамках которой возможно построение и тестирование цифровых двойников в образовательной среде.

В ряде вузов и технопарков уже реализуются пилотные проекты по созданию цифровых лабораторий, в которых обучение строится вокруг цифровых двойников. В таких условиях каждое задание студентов сопровождается созданием цифровой модели, проверкой её печатоспособности, расчетом стоимости печати и анализом выходных характеристик.

Экономическая эффективность таких решений выражается в снижении:

1. расхода пластика до 30-40% за счёт исключения неудачных попыток печати;

2. времени простоя 3D-принтеров за счёт оптимизации задач;

3. издержек на техническое обслуживание и обучение персонала, благодаря стандартизации цифровых моделей и процессов.

Дополнительно важно подчеркнуть, что формирование цифровых двойников учебных моделей создает базу повторного использования: однажды созданная модель может многократно использоваться в других потоках,

модифицироваться под новые задачи, тем самым снижая затраты на разработку новых учебных материалов.

С учетом темпов цифровизации образования можно ожидать, что цифровые двойники станут обязательным элементом инженерной подготовки в ближайшие годы. Особую актуальность приобретает интеграция с технологиями искусственного интеллекта, которые позволят автоматизировать настройку параметров моделей под конкретные задачи и создавать адаптивные учебные траектории.

Также перспективным направлением является развитие облачных платформ, объединяющих в себе библиотеки цифровых двойников, экономические калькуляторы, симуляторы и обучающие модули. Это позволит не только снизить нагрузку на локальную инфраструктуру учебных заведений, но и обеспечить доступ к передовым инструментам даже в условиях ограниченных ресурсов.

Таким образом, внедрение цифровых двойников в образовательные программы по 3D-моделированию и аддитивным технологиям представляет собой экономически оправданную стратегию. Оно способствует снижению затрат, повышению качества подготовки специалистов и развитию цифровых компетенций, востребованных в современной промышленности.

Источники

1. Абдуллина А.А., Зинуров В.Э., Мугинов А.М. Школа цифрового производства // XXVI Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета, Нижневартовск, 2024. С. 292-295.

2. Абдуллина А.А., Зинуров В.Э., Юмадилова А.И. Повышение цифровой компетентности в образовании на примере проекта «Школа цифрового производства» // Перспективы науки. 2024. № 11(182). С. 41-43.

3. Рукавишников В.А., Шуктомова А.Г. Методика обучения 3D-моделированию как инструмент развития технического мышления учащихся // Глобальный научный потенциал. 2025. № 1(166). С. 165-167.

УДК 621.039.58:004.94

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК АЭС ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭНЕРГОБЛОКА

Волкова Елизавета Валерьевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
elizaveta_volkova_4@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена применению цифровой технологии «цифровой двойник» в управлении атомными электростанциями (АЭС). Цифровой двойник представляет собой динамическую виртуальную копию энергоблока, синхронизированную с реальными данными, что обеспечивает непрерывный мониторинг, прогнозирование проблем и принятие обоснованных управленческих решений. Включая расширенную сеть датчиков и системы анализа данных, эта технология значительно повышает безопасность, эффективность и надежность АЭС на всех этапах их жизненного цикла, от проектирования до вывода из эксплуатации.

Ключевые слова: цифровой двойник, атомная электростанция, датчики, жизненный цикл, прогнозирование, оптимизация, проектирование.

DIGITAL TWIN OF THE NUCLEAR POWER PLANT LIFE CYCLE OF A POWER UNIT

Volkova Elizaveta Valerievna
KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan
elizaveta_volkova_4@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the application of the digital technology «digital twin» in the management of nuclear power plants (NPP). The digital twin is a dynamic virtual copy of the power unit, synchronized with real data, which ensures continuous monitoring, problem prediction and informed management decisions. Including an extended network of sensors and data analysis systems, this technology significantly improves the safety, efficiency and reliability of NPPs at all stages of their life cycle, from design to decommissioning.

Keywords: digital twin, nuclear power plant, sensors, life cycle, forecasting, optimization, design.

Стремительное развитие цифровых технологий кардинально меняет подход к управлению сложными инженерными системами, и атомные электростанции (АЭС) не являются исключением.

Цифровой двойник жизненного цикла энергоблока АЭС – это передовая технология, позволяющая оптимизировать все этапы работы

станции, от проектирования до вывода из эксплуатации, повышая безопасность и эффективность работы.

Цифровой двойник – это не просто статическая 3D-модель. Это динамическая, многомерная и постоянно обновляемая виртуальная копия энергоблока, точность которой обеспечивается непрерывным потоком данных от множества датчиков и сенсоров, установленных на реальном объекте.

Цифровой двойник отражает не только геометрию и физические характеристики, но и все происходящие внутри энергоблока процессы, включая тепловые, гидравлические, радиационные и другие параметры. Эта постоянная синхронизация позволяет оперативно отслеживать текущее состояние энергоблока, прогнозировать потенциальные проблемы и принимать взвешенные управленческие решения [1]. Не просто визуализация, а полная пространственная репрезентация энергоблока, включающая все элементы, с указанием их параметров и взаимосвязей. Эта модель может быть интегрирована с системами проектирования (CAD) и другими инженерными базами данных.

Создание цифрового двойника является важной темой, привлекающей значительное внимание в последние годы, и это связано с множеством факторов. Одной из ключевых причин такого интереса является увеличение числа проектов по строительству энергоблоков с реакторами нового поколения, таких как ВВЭР-ТОИ и ВВЭР-1200, которые реализуются за пределами нашей страны [2].

В современном технологическом ландшафте существует устоявшаяся практика, согласно которой заказчики сложных и дорогостоящих технологических объектов, особенно тех, где безопасность эксплуатации играет критическую роль, требуют наличия полноценного «отражения» реального объекта в цифровом формате [3].

Такой подход к проектированию и эксплуатации позволяет им не только контролировать состояние объекта, но и эффективно управлять его экономикой на протяжении всего жизненного цикла.

Расширенная сеть датчиков и сенсоров – ключевой элемент, обеспечивающий «жизненность» цифрового двойника. Датчики собирают данные о широком спектре параметров: температура, давление, влажность, вибрация, радиационный фон, уровень нейтронного излучения, расход различных рабочих сред и многое другое [4]. Современные беспроводные технологии позволяют существенно упростить установку и обслуживание датчиков.

Система сбора и обработки данных – это мощная платформа, способная обрабатывать огромные объемы данных в реальном времени, выявлять

аномалии и тренды. Использование технологий машинного обучения и искусственного интеллекта позволяет автоматизировать анализ данных и своевременно выявлять потенциальные неполадки.

Для достоверного моделирования поведения энергоблока используются сложные математические модели, описывающие различные физические и химические процессы, происходящие внутри реактора, парогенераторов, турбин и других элементов. Эти модели постоянно калибруются и совершенствуются на основе реальных данных.

Современные интерфейсы обеспечивают интуитивно понятное представление данных, позволяя операторам и инженерам эффективно мониторить состояние энергоблока, проводить анализ и принимать обоснованные решения [5]. Визуализация может включать в себя интерактивные 3D-панели, графики, отчеты и другие инструменты.

Цифровой двойник позволяет моделировать различные варианты конструкции, оптимизируя ее с точки зрения безопасности, эффективности и стоимости.

Мониторинг хода строительства, проверка соответствия проекта и реального состояния объекта. Режим реального времени – отслеживание состояния всех систем, предиктивная диагностика, оптимизация работы, планирование технического обслуживания.

Моделирование различных сценариев ремонта, оптимизация процесса, снижение простоев. Планирование и моделирование процесса вывода из эксплуатации, обеспечение безопасности и минимизация воздействия на окружающую среду.

Преимущества использования цифрового двойника:

– Повышение безопасности. Своевременное выявление и предотвращение потенциальных аварийных ситуаций;

– Увеличение эффективности. Оптимизация работы энергоблока, снижение затрат на техническое обслуживание. Минимизация вероятности ошибок и нештатных ситуаций на всех этапах жизненного цикла;

– Улучшение принятия решений. Обеспечение операторов и инженеров достоверной информацией для обоснованного принятия решений;

– Ускорение процессов. Оптимизация различных процессов, начиная от проектирования и заканчивая выводом из эксплуатации [6].

Цифровой двойник – это не просто инструмент, а новый метод управления сложными инженерными системами, обеспечивающая безопасность, эффективность и надежность работы АЭС на протяжении всего жизненного цикла. Его развитие и внедрение – важный шаг к созданию более безопасного и устойчивого энергетического будущего.

Таким образом, создание цифрового двойника становится не просто желательным, а необходимым условием для успешной реализации проектов в области атомной энергетики.

Источники

1. Кузьмин А.М. Методы оптимизации ядерно-энергетических установок // Учебное пособие: МИФИ. Москва, 1985. С. 80.
2. Chernyshov K.R., Jharko E.Ph. Nuclear Reactor Reactivity Estimation within NPP Diagnostics Problems // Proceedings of the 2021 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). 2021. PP. 484-491.
3. Жарко Е.Ф. Гибкий моделирующий комплекс для систем поддержки оператора АЭС с реактором типа ВВЭР-1000 // Автоматика и телемеханика. 2006. № 5. С. 80–92.
4. Virtual NPP Rosatom [Электронный ресурс]. https://archive. atomicexpert.com/virtual_npp_rosatom (дата обращения: 23.10.2023).
5. Атомная энергетика в России [Электронный ресурс]. https://ibrae.ac.ru/contents/362 (дата обращения: 25.02.2025).
6. Материалы Международной конференции по машинному обучению и системам данных (MLSD 2022) [Электронный ресурс]. https://mlsd2022.ipu.ru/proceedings/1053.pdf (дата обращения: 27.02.2025).

УДК 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Габдрахманова Салтанат Ернаркызы, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
gabdrakhmanova.saltanat.07@mail.ru

Аннотация. Технология 3D-печати в строительстве дает возможность формировать конструкции и здания поэтапным наложением материалов, используя цифровые модели в качестве основы**.** Она отличается высокой скоростью, точностью, снижением затрат, гибкостью дизайна, экологичностью и безопасностью. Уже используется для строительства домов, мостов и аварийного жилья. Однако есть вызовы: дороговизна оборудования, ограниченность материалов и потребность в квалифицированных специалистах. Тем не менее, перспективы 3D-печати велики, и она может стать стандартом в строительстве, помогая решать проблемы нехватки жилья и устойчивого развития**.**

Ключевые слова: 3D-печать, экологичность, экономия, материалы, оборудование, технология, автоматизация, устойчивость, строительство, инновация.

APPLICATION OF 3D PRINTING TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION

Gabdrakhmanova Saltanat Ernarkyzy, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
gabdrakhmanova.saltanat.07@mail.ru

Abstract. 3D printing technology in construction makes it possible to form structures and buildings by step-by-step application of materials, using digital models as a basis. It is characterized by high speed, accuracy, cost reduction, design flexibility, environmental friendliness and safety. It is already being used for the construction of houses, bridges and emergency housing. However, there are challenges: high cost of equipment, limited materials and the need for qualified specialists. However, the prospects for 3D printing are great, and it can become a standard in construction, helping to address housing shortages and sustainable development.

Keywords: 3D printing, environmental friendliness, economy, materials, equipment, technology, automation, sustainability, construction, innovation.

Создание новых и совершенствование существующих технологий является важным фактором для дальнейшего развития человечества. Одной из таких перспективных, инновационных технологий является 3D-печать. 3D-печать представляет собой метод создания физических объектов посредством послойного наложения материалов, на основе цифровой модели. В

строительной отрасли 3D-печать можно использовать для создания элементов конструкции или для печати целых зданий

Основы технологии 3D-печати в строительстве: экструзия (использование строительных смесей бетон и глина для послойного нанесения материала), порошковая печать (использование порошковых материалов, которые связываются с помощью лазера или клея), струйная печать (нанесение жидких материалов, которые затвердевают под воздействием ультрафиолета или других факторов) [1].

Давайте рассмотрим преимущества 3D-печати в строительной сфере:

1. Быстрота и точность возведения объектов, поскольку 3D-принтер преобразует цифровую модель в физический объект;

2. Современные технологии позволяют создавать не только саму конструкцию здания и его несущие элементы, но и различные компоненты;

3. Снижение затрат. В отличие от традиционных методов строительства, 3D-печать может сократить расходы на 50-75% по времени, 50-80% по трудозатратам и 30-60% по материалам. По оценкам специалистов, 3D-печать может снизить общую стоимость строительства на 30-50%;

4. Детали, изготовленные на современном 3D-принтере, по своим свойствам почти не уступают изделиям из обычных строительных материалов. Они обладают высокой прочностью, стойкостью к низким температурам и хорошими водоотталкивающими свойствами;

5. Безопасность работников. 3D-печать способствует улучшению здоровья и безопасности сотрудников на строительной площадке, что приводит к снижению травматизма;

6. Дизайнерская гибкость. Благодаря 3D-печати можно вносить коррективы в проект непосредственно перед стартом изготовления конструкции;

7. Ускорение строительного процесса: автоматизация позволяет возводить здания значительно быстрее, чем при использовании традиционных методов [2].

Существует несколько основных видов строительного принтера:

Принтер с портальной системой позиционирования представляет собой раму, по которой движется печатающее устройство (экструдер). Такой принтер производит печать объектов внутри системы перемещения, что приводит к увеличению габаритов принтера для масштабных строительных объектов. Схема устройства показана на рис.1.

Кабельная подвесная система (дельта-принтер) обеспечивает трехмерное перемещение печатающей головки благодаря использованию специальных тросов внутри внешней рамы. Это позволяет печатать высокие объекты, но с очень ограниченной площадью. Схема устройства показана на рис.2.

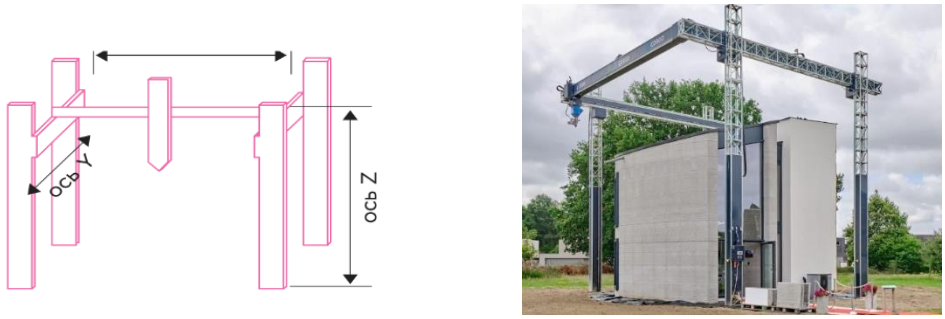


Рис. 1. Конструктивная схема 3D-принтера с портальной системой позиционирования

Рис. 2. Конструктивная схема кабельной подвесной системы (дельта-принтер)

Робот-манипулятор перемещает экструдер при помощи «роботизированной руки», что позволяет устанавливать принтер как снаружи, так и внутри печатного объекта. Характеризуется небольшими габаритами и весом. Схема устройства показана на рис. 3 [3].

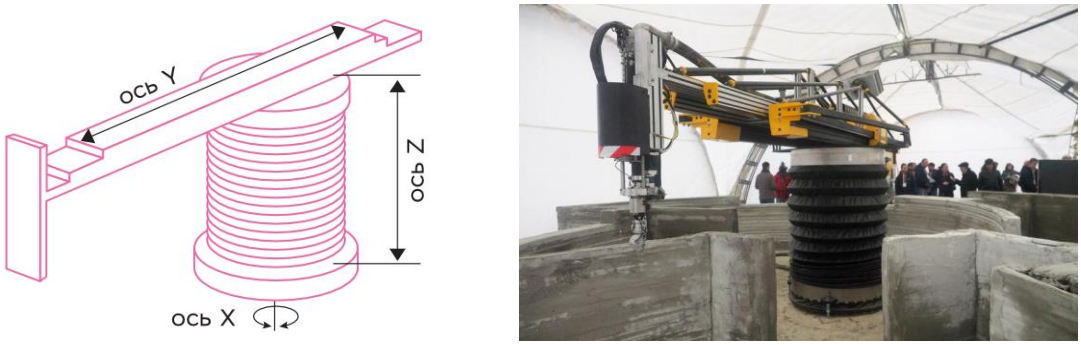


Рис. 3.Конструктивные схемы роботов-манипуляторов

Давайте изучим случаи использования 3D-печати в строительстве.

Мосты и инфраструктура: в Нидерландах и Испании были напечатаны пешеходные мосты, демонстрирующие возможности технологии для создания сложных инженерных конструкций.

Аварийное жильё: 3D-печать используется для быстрого возведения временного жилья в зонах стихийных бедствий.

Декоративные элементы: технология позволяет создавать уникальные архитектурные детали, такие как колонны, фасады и интерьерные элементы.

Жилые сооружения: в разных уголках планеты уже построены жилые здания с использованием технологии 3D-печати. Например, в России, Китае и США успешно реализованы проекты по созданию доступного жилья.

Несмотря на то, что использование 3D-принтеров в строительстве имеет множество преимуществ, нельзя игнорировать и их минусы. Высокие затраты на приобретение и обслуживание оборудования, а также программного обеспечения могут стать существенной финансовой преградой для многих компаний. Ограниченный ассортимент материалов и их характеристики также сужают возможности и применение 3D-принтеров в различных строительных проектах. Кроме того, использование этой технологии требует высокой квалификации сотрудников, что может потребовать дополнительных вложений в обучение или найм специалистов, затрудняя внедрение и эксплуатацию этой инновационной технологии [4].

Таким образом, технология 3D-печати открывает перед строительной отраслью новые возможности, предлагая инновационные решения для создания сложных, экономичных и экологически устойчивых конструкций. Несмотря на имеющиеся трудности, такие как недостаточная нормативная поддержка и дороговизна оборудования, потенциал для дальнейшего развития этой технологии остается значительным.

Источники

1. Рукавишников В.А., Прец М.А. Формирование цифровой проектно-конструкторской компетенции: Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы // Сборник трудов Международной научно-практической конференции. Брест, 2021. С. 178 - 181.

2. Симакова Е.А., Селякова К.И., Кравченко Д. Применение 3D-печати в строительстве // Инженерные исследования. 2021. № 1. С. 3-11.

3. Владимир Т.В. Физико-химические проблемы 3D-печати в строительстве // Коммерсантъ Наука. 2022. № 28. С. 26.

4. Мосина И.Е., Шахова А.С. Применение технологии 3D печати в строительстве // Актуальные вопросы современной экономики. 2024. № 5. С. 390-396.

УДК 005.932:004

ОЦЕНКА РИСКОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИТ-ПРОЕКТОВ

Гальцева Ксения Дмитриевна, Коврижных Ольга Евгеньевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», Казань, Россия
kseniya.galtsevad@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается проблема оценки экономической эффективности и рисков при реализации ИТ-проектов. Выделяются технические, организационные, финансовые и внешние риски, которые могут возникнуть на разных этапах проекта. Особое внимание уделяется методам анализа рисков, таким как качественный и количественный анализ, анализ чувствительности, метод Монте-Карло, деревья решений и SWOT-анализ.

Ключевые слова: информационные технологии, бизнес, ИТ-проект, риски, экономическая эффективность, методы, SWOT-анализ, деревья решений.

RISK ASSESSMENT AND THEIR IMPACT ON ECONOMIC EFFICIENCY OF IT PROJECTS

Galtseva Ksenia Dmitrievna, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
kseniya.galtsevad@gmail.com

Abstract. In the article the problem of estimation of economic efficiency and risks at realization of IT-projects is considered. Technical, organizational, financial and external risks that can occur at different stages of the project are singled out. Special attention is paid to the methods of risk analysis, such as qualitative and quantitative analysis, sensitivity analysis, Monte Carlo method, decision trees and SWOT-analysis.

Keywords: information technology, business, IT project, risks, economic efficiency, methods, SWOT-analysis, decision trees.

Все больше проектов, внедряемых для улучшения бизнеса, являются ИТ-проектами, основой которых являются информационные технологии, предоставляя необходимые инструменты и ресурсы для повышения эффективности деятельности организаций [1]. Однако реализация ИТ-проектов сопряжена с рисками, которые могут негативно повлиять на их успешность. Грамотная оценка экономической эффективности и рисков помогает

минимизировать потенциальные угрозы и точно определить срок окупаемости, что особенно важно в условиях значительных инвестиций в новые системы [2].

Технические риски могут возникнуть на любом этапе проекта и привести к сбоям в работе системы или невозможности достижения поставленных целей. Ниже представлены некоторые технические риски:

– ограничения возможностей технологий, где выбранные технологии могут не соответствовать требованиям проекта или не выдерживать нагрузку;

– ошибки в проектировании архитектуры, когда неправильная структура системы может вызвать проблемы с масштабированием, производительностью или безопасностью;

– трудности интеграции, когда возникают проблемы при объединении новой системы с уже существующими платформами или сторонними сервисами и так далее.

Организационные риски связаны с внутренними процессами компании, управлением проектом и человеческим фактором:

– недостаток квалификации сотрудников, это когда команда проекта может не обладать необходимыми знаниями и навыками для выполнения сложных задач;

– плохая координация между командами, то есть, отсутствие чёткого взаимодействия между разработчиками, тестировщиками и другими участниками проекта;

– неэффективное управление проектом, когда возникают ошибки в планировании, распределении ресурсов или контроля над выполнением задач и так далее.

Риски, связанные с финансами, могут возникнуть из-за того, что проект не укладывается в бюджет или его экономическая эффективность оказывается ниже ожидаемой. Основные финансовые риски включают в себя:

– превышение бюджета проекта, когда на проект выделяются больше затрат на устранение технических проблем, доработку функционала или продление сроков проекта;

– недостаток финансирования, когда отсутствуют необходимые средства для завершения проекта;

– неправильную оценку затрат: ошибки в расчетах могут привести к нехватке ресурсов или необходимости привлечения дополнительных инвестиций.

Внешние риски могут быть вызваны изменениями в законодательстве, экономической ситуацией или действиями конкурентов:

– изменения в законодательстве: новые законы или нормативные акты могут потребовать внесения изменений в проект, что приведёт к дополнительным расходам;

– экономические кризисы: нестабильность экономики может повлиять на финансирование проекта или спрос на его результаты;

– конкуренция: действия конкурентов могут снизить рыночную привлекательность продукта или услуги;

– форс-мажорные обстоятельства: природные катаклизмы, пандемии или другие непредвиденные события могут нарушить ход проекта [3].

Анализ рисков – это важный этап управления ИТ-проектами, который позволяет выявить потенциальные угрозы и оценить их влияние на проект. Существует множество методов анализа рисков, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. На рисунке 1 представлены некоторые методы для анализа рисков ИТ-проектов [4].

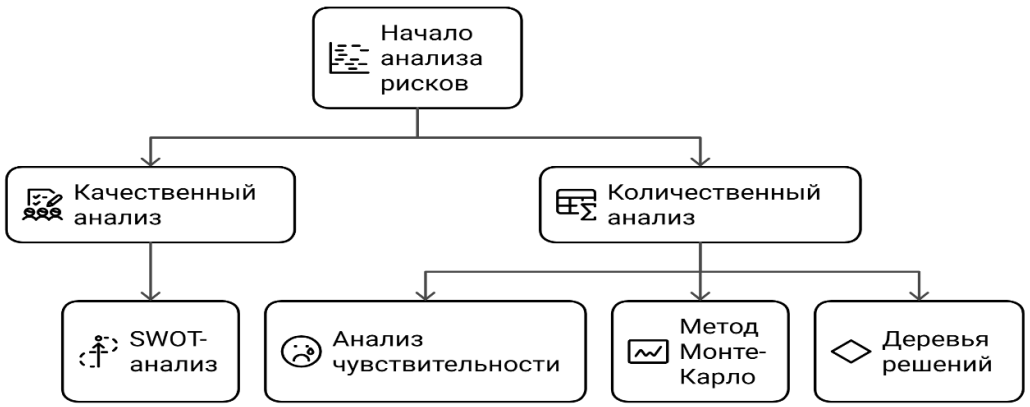


Рис. 1. Методы анализа рисков ИТ-проектов

Для наиболее эффективного управления рисками рекомендуется использовать комбинированный подход, сочетающий качественные и количественные методы.

Экономическая эффективность – важный, но не единственный критерий успеха проекта. Оценка рисков позволяет:

– предотвратить непредвиденные затраты и задержки;

– обеспечить высокое качество продукта;

– минимизировать репутационные потери;

– повысить устойчивость проекта к изменениям внешней среды;

– поддержать принятие обоснованных решений [5].

В условиях стремительного развития информационных технологий ИТ-проекты становятся все более сложными и затратными, что сопровождается ростом множества рисков, способных негативно влиять на их экономическую эффективность.

Современный рынок требует от компаний не только инновационных решений, но и способности оперативно реагировать на возникающие угрозы и неопределённости, связанные с техническими, организационными и внешними

факторами. Оценка рисков становится ключевым элементом управления проектами, позволяющим минимизировать негативное воздействие потенциальных проблем на бюджет, сроки реализации и конечную доходность. Кроме того, грамотное управление рисками способствует повышению конкурентоспособности организаций и улучшению стратегического планирования, что особенно актуально в условиях глобальной цифровизации и быстрой трансформации бизнес-среды.

Исследование влияния рисков на экономическую эффективность ИТ-проектов помогает выявить узкие места и разработать эффективные механизмы предотвращения потерь, что является важным направлением развития современной управленческой практики. Рекомендуется не ограничиваться только экономической оценкой, но и учитывать стратегические аспекты, такие как репутация компании, долгосрочные цели и конкурентные преимущества. Эффективное управление рисками – это залог устойчивого развития бизнеса в условиях быстро меняющейся технологической среды.

Источники

1. Коврижных О.Е. Виды эффектов ИТ-проектов: проблемы идентификации и оценки // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 1(51). С. 136-139.
2. Оценка экономической эффективности IT проектов [Электронный ресурс]. https://blog.skedraw.ru/articles/otsenka-ekonomicheskoj-effektivnosti-proektov (дата обращения 14.03.2025).
3. Риск-менеджмент – оценка и управление рисками проекта [Электронный ресурс]. https://neiros.ru/blog/management/upravlenie-riskami-8-klyuchevykh-metodologiy-risk-menedzhmenta/ (дата обращения: 14.03.2025).
4. Эффективные методы оценки рисков на производственном предприятии [Электронный ресурс]. https://hanston.ru/press-centr/effektivnye-metody-ocenki-riskov-na-proizvodstvennom-predpriyatii (дата обращения 13.03.2025).
5. Семь самых распространенных проектных рисков и способы их предотвращения [Электронный ресурс]. https://asana.com/ru/resources/project-risks (дата обращения: 15.03.2025).
6. Управление рисками в проекте: что это, как оценить [Электронный ресурс]. https://nipkef.ru/about/blog/riski-proekta-chto-eto-vidy-metody-analiza-i-ocenka/ (дата обращения: 14.03.2025).

УДК 004.7:65.04

ЦИФРОВАЯ СРЕДА ТОРГОВЛИ

Гальцева Ксения Дмитриевна, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», Казань, Россия
kseniya.galtsevad@gmail.com

Аннотация. В работе рассматривается цифровая среда торговли как динамическая экосистема, в которой взаимодействуют производители, поставщики, розничные продавцы и конечные потребители. В частности, подчёркивается важность цифрового двойника для улучшения работы компании и принятия взвешенных решений на основе анализа информации. Описываются преимущества использования информационной системы 1С для управления различными аспектами коммерческой деятельности, включая интеграцию с интернет-магазинами и CRM-системами. Это позволяет компаниям отслеживать продажи, анализировать поведение клиентов и разрабатывать стратегии по увеличению продаж и улучшению обслуживания.

Ключевые слова: цифровой двойник, цифровая торговля, 1С, интернет-магазин, CRM-системы, бизнес-процессы, автоматизация, продажи, электронная коммерция.

DIGITAL TRADING ENVIRONMENT

Galtseva Ksenia Dmitrievna, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Kazan, Russia,
kseniya.galtsevad@gmail.com

Abstract. The paper considers the digital environment of trade as a dynamic ecosystem in which producers, suppliers, retailers and end consumers interact. Special attention is paid to the role of the digital twin in optimizing business processes and making informed decisions based on data analysis. It describes the advantages of using 1C information system to manage various aspects of commercial activities, including integration with online stores and CRM systems. This allows companies to track sales, analyze customer behavior and develop strategies to increase sales and improve service.

Keywords: digital twin, digital commerce, 1C, online store, CRM-systems, business processes, automation, sales, e-commerce.

В России активно развивается цифровой торговли, предоставляя бизнесу новые перспективы. Цифровая среда торговли представляет собой динамическую экосистему, в которой взаимодействуют множество участников: производители, поставщики, продавцы в розницу и конечные

покупатели. В данном докладе мы рассмотрим основные аспекты цифровой среды торговли, её преимущества и недостатки, сравнительный анализ технологий, перспективы новых использований [1].

В контексте цифровой среды торговли цифровой двойник может быть использован для моделирования и оптимизации различных аспектов торговой деятельности [10, 11]. Например, он может быть применён для анализа эффективности логистических цепочек, прогнозирования спроса на товары, оптимизации складских запасов и т. д.

Цифровой двойник позволяет компаниям получить более глубокое понимание своих бизнес-процессов и принимать обоснованные решения на основе анализа данных. Он также может служить инструментом для моделирования различных сценариев развития бизнеса и оценки их последствий [2].

1С – это одна из лидирующих систем автоматизации бизнеса в России, активно применяемая в цифровой среде торговли. Она предоставляет широкий спектр инструментов для управления различными аспектами коммерческой деятельности, включая учет, продажи, складское хозяйство, финансы и многое другое [3].

Информационная система может быть интегрирована с интернет-магазинами и другими каналами продаж, что позволяет компаниям отслеживать продажи, анализировать поведение клиентов и принимать меры по повышению эффективности продаж. 1С может быть использована для оптимизации логистических цепочек, что позволяет компаниям снизить затраты на транспортировку товаров и ускорить доставку до конечных потребителей [4].

В области электронной коммерции подразумевается покупка товаров и услуг через интернет. Это включает в себя покупки в интернете, электронные переводы, использование интернет-банкинга, продажу электронных билетов и услуги онлайн-бронирования [1]. Интернет-магазин позволяет компаниям размещать информацию о своих товарах и услугах в удобном для пользователей формате.

Пользователи могут оформить заказ на покупку товаров или услуг, указав необходимые параметры и контактную информацию. Интернет-магазин может принимать различные способы оплаты, включая банковские карты, электронные деньги и другие.

Интеграция интернет-магазинов с базами данных позволяет компаниям получать информацию о продажах, анализировать поведение клиентов и принимать меры по улучшению обслуживания.

Системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) – это инструменты, которые помогают компаниям выстраивать эффективное

взаимодействие с клиентами. Они позволяют компаниям отслеживать историю взаимодействия с клиентами, анализировать их потребности и предпочтения, а также разрабатывать стратегии по удержанию клиентов и привлечению новых [5].

В условиях современного цифрового мира, где торговля осуществляется онлайн, CRM-системы помогают компаниям отслеживать общение с клиентами, вести учёт всех взаимодействий с ними и анализировать их поведение. CRM-системы могут помочь компаниям отслеживать продажи, анализировать поведение клиентов и разрабатывать стратегии по увеличению продаж. Также, позволяют компаниям анализировать данные о клиентах и разрабатывать маркетинговые кампании, направленные на привлечение новых клиентов и удержание существующих [6-8].

Структура CRM-системы в контексте электронной коммерции изображена на рисунке 1.

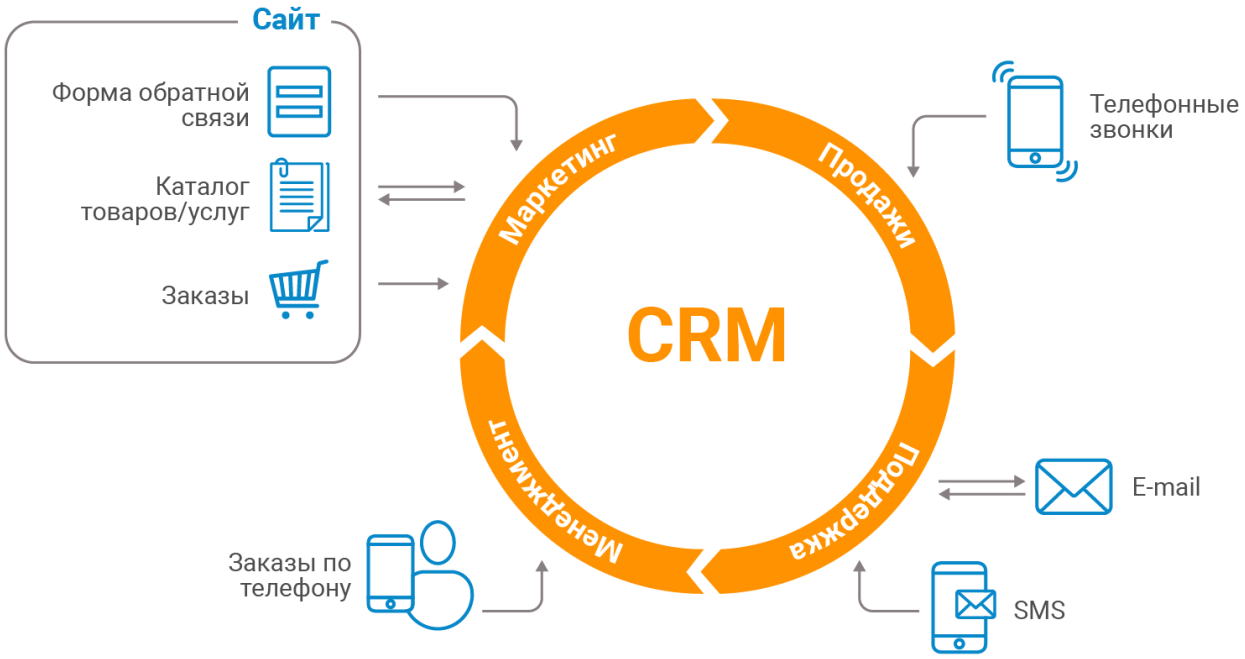


Рис. 1. Схема CRM-системы в цифровой среде торговли

Таким образом, цифровая среда торговли представляет собой сложную систему, включающую в себя множество элементов и инструментов. Она помогает предприятиям усовершенствовать свою деятельность, сделать продажи более результативными и улучшить качество обслуживания клиентов [9].

Источники

1. Цифровая торговля: как она работает и тенденции на 2024 год в России [Электронный ресурс]. https://habr.com/ru/articles/826800/ (дата обращения: 22.02.2025).

2. Цифровые двойники организации и возможности их проектирования в Сила Юнион [Электронный ресурс]. https://silaunion.ru/news/cifrovye-dvoyniki-organizacii-i-vozmozhnosti-ikh-proektirovaniya-v-sila-union (дата обращения: 20.02.2025).

3. 1С: Управление торговлей 8 [Электронный ресурс]. https://1c.platforma-it.ru/catalog/tip/trade/1c-upravlenie-torgovley-8/ (дата обращения: 20.02.2025).

4. Интеграция 1С с интернет-магазинами: преимущества и особенности [Электронный ресурс]. https://koderline-projects.ru/tekhnologii/stati-ekspertov/integratsiya-1s-s-internet-magazinami-preimushchestva-i-osobennosti/ (дата обращения: 21.02.2025).

5. CRM-система для продаж [Электронный ресурс]. https://zvonobot.kz/blog/crm-sistema-dlya-prodazh/ (дата обращения: 22.02.2025).

6. CRM-системы: обзор и сравнение [Электронный ресурс]. https://www.marquiz.ru/blog/crm-sistemy (дата обращения: 22.02.2025).

7. Зинатуллина Р.Р., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники автоматизированных систем управления технологическими процессами // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 187-191.

8. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 358-360.

9. Хабибуллин И.М., Зарипова Р.С., Абдулин С.А. Сравнительный анализ CRM-систем и влияние на бизнес // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. № 3. Т. 9, С. 108-114.

10. Филимонова Т.К., Овсеенко Г.А., Мустафаев Т.А. Разработка имитационной информационно-математической модели деятельности предприятия // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 127-130.

11. Тасуева Х.З.А., Албогачиева Л.А., Николаева С.Г. Автоматизация бизнес-процессов с использованием системного подхода // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 393-395.

УДК 004

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ЗНАНИЙ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Гарипова Алсу Дамировна, Зарипова Римма Солтановна
ФГБУО ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан»
zarim@rambler.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается методология построения систем управления базами знаний (СУБЗ) для интеллектуальных систем, что включает в себя структурирование, хранение и обработку информации с использованием современных информационных технологий и подходов в области искусственного интеллекта. Основное внимание уделяется разработке универсальных архитектур СУБЗ, которые способны адаптироваться под специфические задачи и требования пользователей. Работа исследования включает в себя обзор существующих методов, анализ их актуальности и применение в различных сферах.

Ключевые слова: системы управления базами знаний, методология построения, интеллектуальные системы.

METHODOLOGY OF BUILDING KNOWLEDGE BASE MANAGEMENT SYSTEMS FOR INTELLIGENT SYSTEMS

Garipova Alsu Damirovna, Zaripova Rimma Soltanovna
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Republic of Tatarstan
zarim@rambler.ru

Abstract. This paper deals with the methodology of building knowledge base management systems (KBMS) for intelligent systems, which includes structuring, storage and processing of information using modern information technologies and approaches in the field of artificial intelligence. The focus is on the development of universal KKMS architectures that are able to adapt to specific tasks and user requirements. The work of the research includes a review of existing methods, analyses of their relevance and their application in various spheres.

Keywords: knowledge base management systems, construction methodology, intelligent systems.

Современные требования к системам управления базами знаний обуславливают необходимость создания эффективных и гибких решений, которые могли бы поддерживать интеллектуальные системы в обработке и интерпретации больших объемов данных. Интеллектуальные системы,

основанные на логике, обучении и адаптации, зависят от качества и структуры баз знаний. Поэтому разработка методологии, позволяющей наилучшим образом организовать информацию, является ключевой задачей для исследователей и практиков.

С учетом бурного роста объемов информации, с которой работают современные системы, наличие качественной системы управления базами знаний становится критически важным. Актуальность исследования заключается в потребности в более интеллектуальных решениях, которые могут эффективно и быстро адаптироваться к изменениям информационной среды, обеспечивая пользователей доступом к структурированной и актуальной информации.

Цель исследования состоит в разработке эффективной методологии построения систем управления базами знаний для интеллектуальных систем, которая бы обеспечивала высокую степень адаптивности, и позволяло бы улучшить качество обработки информации.

Методология построения систем управления базами знаний (СУБЗ) для интеллектуальных систем включает в себя несколько ключевых этапов и компонентов, которые позволяют создавать адаптивные и эффективные решения. Данная методология может быть представлена в виде следующих основных шагов:

1. Определение требований и целей системы, включая анализ потребностей пользователей. Здесь определяются, какие задачи система должна решать, какие пользователи будут ей пользоваться и какие виды информации будут обрабатываться. Происходит формулирование целей, которые должны быть измеримыми и чёткими, включая уровень точности, быстродействия и удобства использования системы;

2. Проектирование архитектуры системы. На этом этапе определяется тип архитектуры (централизованная, распределенная, облачная) в зависимости от поставленных задач. А также определяются компоненты системы. Разрабатывается структура, включая базы данных, механизмы управления данными, интерфейсы взаимодействия, инструменты для обработки данных и т. д. [1];

3. Моделирование знаний. Происходит сбор и анализ данных. Разрабатываются семантические сети, которые помогут структурировать и классифицировать получаемую информацию. Устанавливаются связи между понятиями, определяются их атрибуты и взаимосвязи;

4. Реализация системы. На этом этапе разрабатывается база знаний с использованием выбранных технологий и языков программирования. Происходит интеграция систем, интерфейсов и алгоритмов обработки данных;

5. Обеспечение функциональности обработки знаний. На этом этапе разрабатываются механизмы обработки, внедряются алгоритмы машинного обучения и обработки естественного языка для анализа, интерпретации и извлечения знаний из базы;

6. Тестирование и оптимизация. Происходит оценка эффективности и производительности системы в соответствии с установленными требованиями, а также проверка обработки запросов, извлечение и интерпретации знаний системой. На основе результатов тестирования выполняются необходимые доработки, оптимизируются алгоритмы и структуры хранения данных;

7. Обратная связь и оптимизация. После внедрения системы собираются отзывы пользователей для выявления проблем и недостатков, вносятся изменения. На основе полученной обратной связи выполняются обновления в системе для повышения ее эффективности и удобства использования;

8. Поддержка и обновление знаний. На этом этапе происходит мониторинг актуальности данных, устанавливаются регулярные процессы для обновления базы знаний, добавления новых данных и удаления устаревшей информации;

9. Обучение сотрудников и пользователей работе с системой, чтобы они могли эффективно использовать ее возможности для принятия решений.

Эта методология обеспечивает создание универсальной и гибкой системы управления базами знаний, способной адаптироваться под специфические требования и задачи интеллектуальных систем, а также обеспечивать высокую степень автоматизации в процессе обработки знаний. Результаты исследования подтвердили гипотезу о том, что использование современных технологий, таких как машинное обучение и семантический анализ, значительно повышает эффективность систем управления базами знаний. Подобные модели демонстрируют высокий уровень адаптивности и значительно ухудшают время отклика по сравнению с традиционными подходами. Важно отметить, что предложенная методология строит основу для создания более мощных и интеллектуальных систем управления базами знаний, которые будут способствовать более эффективному принятию решений и улучшению взаимодействия с пользователями.

Источники

1. Емдиханов Р.А., Николаева С.Г. Основы правильного проектирования баз данных в веб-разработке // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 249-251.

УДК 338.364

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Гарипова Алия Мансуровна, Салихова Регина Рафаилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Garipovaalia1808@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению экономической выгоды от внедрения технологии Digital Twins, включая сокращение расходов, повышение эффективности, минимизацию рисков и ускорение инноваций. Также анализируется влияние данной технологии на финансовые показатели компании, включая рост доходов, снижение операционных расходов и повышение инвестиционной привлекательности.

Ключевые слова: цифровые двойники, моделирование, операционная эффективность, оптимизация затрат, автоматизация, финансовые показатели.

THE ECONOMIC IMPACT OF USING DIGITAL TWINS IN AN ENTERPRISE

Garipova Aliia Mansurovna, Salikhova Regina Rafailevna
KSPEU, Kazan, Russia
Garipovaalia1808@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the consideration of the economic benefits of implementing Digital Twins technology, including cost reduction, increased efficiency, risk minimization, and acceleration of innovation. It also analyzes the impact of this technology on the company's financial performance, including revenue growth, reduced operating expenses, and increased investment attractiveness.

Keywords: digital twins, modeling, operational efficiency, cost optimization, automation, financial performance.

Современные предприятия стремятся повысить свою эффективность, снизить затраты и минимизировать риски. Одним из инструментов, способствующих этим целям, являются цифровые двойники (Digital Twins.) Эти виртуальные аналоги физических объектов находят применение в разных областях. Цифровые двойники объединяют искусственный интеллект, машинное обучение и программный анализ с графами пространственных сетей для создания живых цифровых моделей, которые обновляются по мере изменения их физических аналогов [1].

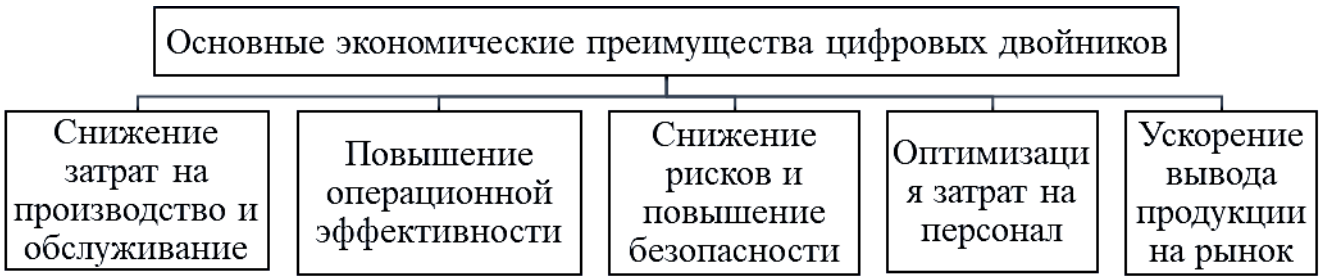


Рис. 1. Основные экономические преимущества цифровых двойников

Снижение затрат на производство и обслуживание.

Цифровые двойники позволяют моделировать производственные процессы и тестировать различные сценарии без необходимости реальных затрат на ресурсы. Это сокращает расходы на разработку новых продуктов, снижает затраты на тестирование и уменьшает брак. Кроме того, с помощью цифрового двойника можно прогнозировать износ оборудования и оптимизировать график его технического обслуживания.

Примером успешного применения является компания Rolls-Royce. Она использует цифровых двойников в своей программе IntelligentEngine. Программное обеспечение формирует цифровые модели для каждого выпускаемого мотора, собирая данные более чем по десяти параметрам с бортовых датчиков. Это обеспечивает мониторинг функционирования двигателя в режиме реального времени во время полетов, предсказывая потребность в техобслуживании и сокращая периоды простоя [2].

Повышение операционной эффективности.

Использование цифровых двойников помогает выявлять узкие места в производственных процессах и устранять их еще до появления реальных проблем. Данный подход позволяет: оптимизировать логистические и снабженческие операции, повысить уровень контроля качества продукции, ускорить внедрение нововведений.

Согласно статистике Pitchbook Data, 80% логистических операторов частично или полностью перешли на цифровую модель управления бизнесом в 2021 г. С 2024 г. умные системы управления складами, отслеживания передвижения водителей-экспедиторов и мониторинга процесса перевозки, смогут повышать эффективность грузоперевозок до 30%, сокращая время доставки на 20-40% и снижая затраты на 15-25% [3].

Снижение рисков и повышение безопасности.

Благодаря цифровым моделям можно проводить виртуальные эксперименты, анализировать потенциальные риски и находить решения до возникновения реальных инцидентов. Особую значимость это приобретает в сферах с повышенным уровнем риска и технологической сложностью, где

просчеты чреваты серьезными финансовыми последствиями и ущербом для имиджа.

В качестве используемого примера можно рассмотреть опыт компании Volvo. Они разрабатывают цифровые двойники для испытаний и анализа различных материалов и аэродинамических характеристик новых автомобильных проектов. Это позволяет им находить оптимальные решения, способствующие повышению [4].

Оптимизация затрат на персонал.

Цифровые двойники позволяют автоматизировать многие процессы, что сокращает необходимость привлечения дополнительного персонала. Кроме того, они способствуют более эффективному обучению сотрудников с помощью симуляций, повышая их квалификацию без риска для реального производства.

Ускорение вывода продукции на рынок.

Благодаря цифровым моделям компании могут быстрее разрабатывать, тестировать и внедрять новые продукты, что снижает время выхода на рынок и повышает конкурентоспособность.

На отечественном рынке активно используются данные технологии компанией ПАО «КАМАЗ». На предприятии разработали виртуальные модели 28 станков с числовым программным управлением, 20 универсальных станков и 50 различных видов оборудования. Благодаря оптимизации производственного процесса время, затрачиваемое на изготовление детали, уменьшилось с 29 минут до 10 минут и 12 секунд.

По оценкам, внедрение этого проекта в производственный цикл позволит сэкономить 18 миллионов рублей ежегодно и освободит ресурсы для обработки других компонентов. Это обеспечит прямой экономический эффект приблизительно в 40 миллионов рублей, а косвенная выгода от выхода на рынок высокотехнологичных запасных частей может составить до 1 миллиарда рублей с каждого станка [5].

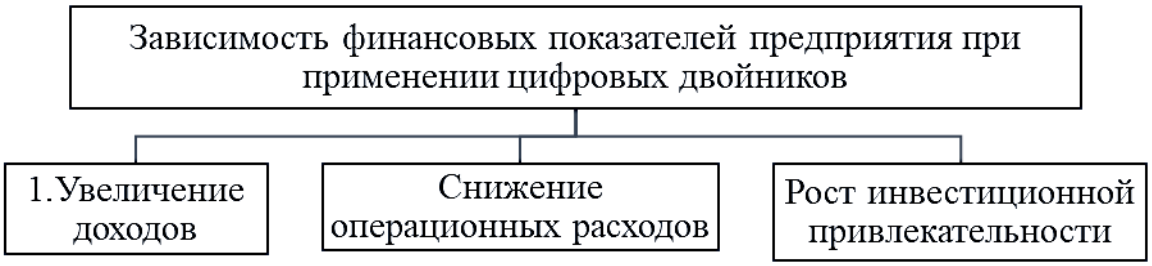


Рис. 2. Зависимость финансовых показателей предприятия при применении цифровых двойников

Увеличение доходов. Применение цифровых двойников позволяет организациям:

– совершенствовать производственные операции, экономя на материалах и энергии;

– расширять объемы производства благодаря точному планированию и исключению простоя оборудования;

– повышать качество выпускаемых товаров, увеличивая удовлетворенность клиентов и снижая количество возвратов;

– оперативно реагировать на меняющиеся рыночные условия и создавать востребованные продукты.

Снижение операционных расходов. Интеграция цифровых двойников открывает перед компаниями возможности для значительного сокращения издержек за счет:

– предсказательного обслуживания – анализ цифровых моделей оборудования позволяет выявлять потенциальные неисправности на ранних стадиях, предотвращая внеплановые ремонты и продлевая срок службы техники;

– минимизации простоев – точное моделирование производственных процессов помогает заранее обнаруживать и устранять узкие места, обеспечивая бесперебойную работу;

– рационального распределения ресурсов – цифровые двойники позволяют анализировать эффективность использования сырья, энергии и времени, сокращая ненужные затраты;

– оптимизации затрат на разработку – тестирование новых решений в виртуальной среде снижает расходы на физические прототипы и экспериментальные запуски.

Рост инвестиционной привлекательности. Инвесторы активно ищут компании, внедряющие передовые технологии, поскольку:

– цифровые двойники повышают прозрачность бизнес-процессов и облегчают анализ данных для принятия стратегических решений;

– автоматизация и цифровизация снижают зависимость компании от человеческого фактора и повышают предсказуемость её финансовых результатов;

– улучшенная операционная эффективность и снижение затрат повышают рентабельность бизнеса, делая его более устойчивым;

– предприятия, внедряющие цифровые технологии, воспринимаются как инновационные и перспективные, что способствует росту их рыночной стоимости и привлечению инвесторов.

Таким образом, цифровые двойники – это ключевой инструмент повышения продуктивности предприятий. Их внедрение позволяет снизить затраты на производство и обслуживание оборудования. В условиях конкуренции цифровые двойники помогают компаниям адаптироваться к изменениям на рынке. Они также способствуют повышению безопасности на производстве за счет предсказуемости рисков. В результате цифровые двойники становятся ключевым элементом устойчивого развития бизнеса.

Источники

1. Столяров А.Д., Файзуллина А.М., Абрамов В.И. Цифровая трансформация логистики предприятия с использованием цифровых двойников // Beneficium. 2024. № 2 (51). С. 23-31.
2. Жарасов Б.С., Абрамов В.И. Цифровые двойники в управлении производством: Принципы создания, проблемы внедрения и перспективы развития // Современная экономика: проблемы и решения. 2024. № 6. С. 80-94.
3. Цифровизация логистики: тренды и перспективы 2023 года [Электронный ресурс]. https://www.novostiitkanala.ru/news/detail.php?lD=171531 (дата обращения 8.03 2025)
4. Гривз М. Комплексная системная инженерия: теория и практика // Американский институт аэронавтики и астронавтики. 2019. С. 175-200.
5. «Камаз» создает цифровые двойники на производстве [Электронный ресурс]. https://www.comnews.ru/digital-economy/content/116954/2019-01-16/kamaz-sozdaet-cifrovye-dvoyniki-na-proizvodstve (дата обращения: 08.03.2025).

УДК 004.652.5

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПРОСОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

Гафиятуллина Алина Альбертовна, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
alina2680511@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты оптимизации работы с базами данных в MySQL, акцентируя внимание на использовании индексов и оптимизации структуры SQL-запросов. Обсуждаются основные типы индексов, их создание и управление, а также стратегии эффективного индексирования. Кроме того, статья предлагает рекомендации по написанию производительных запросов и оптимизации операций JOIN, что позволяет значительно повысить скорость выполнения запросов и улучшить общую производительность приложений.

Ключевые слова: MySQL, оптимизация SQL-запросов, индексы, JOIN операции, производительность баз данных, структура запросов.

QUERY OPTIMIZATION IN RELATIONAL DATABASES

Gafiyatullina Alina Albertovna, Pyrnova Olga Aleksandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
alina2680511@gmail.com

Abstract. The article discusses key aspects of database optimization in MySQL, focusing on the use of indexes and optimization of SQL query structure. The main types of indexes, their creation and management, and strategies for efficient indexing are discussed. In addition, the paper offers recommendations for writing performance queries and optimizing JOIN operations, which can significantly increase query execution speed and improve overall application performance.

Keywords: MySQL, SQL query optimization, indexes, JOIN operations, database performance, query structure

В современной разработке программного обеспечения эффективное взаимодействие с базами данных играет ключевую роль в обеспечении производительности приложений. MySQL, являясь одной из наиболее распространенных реляционных систем управления базами данных, требует грамотного подхода к формированию и оптимизации SQL-запросов. В данной статье подробно рассматриваются два фундаментальных аспекта повышения эффективности работы с MySQL: грамотное применение индексов и оптимизация структуры запросов.

Индексы в MySQL представляют собой специализированные структуры данных, предназначенные для ускорения поиска информации в таблицах. Их механизм действия можно сравнить с алфавитным указателем в книге: вместо последовательного просмотра всех записей (полного сканирования таблицы) система использует индекс для быстрого определения местоположения искомых данных [1-3].

В MySQL поддерживаются различные типы индексов, каждый из которых выполняет определённую функцию:

– обычные индексы (INDEX/BTREE), которые служат базовым инструментом для оптимизации поисковых операций;

– уникальные индексы (UNIQUE) гарантируют отсутствие дубликатов значений в индексируемом столбце;

– первичный ключ (PRIMARY KEY) представляет собой особый тип уникального индекса, который таже определяет основную идентификационную структуру таблицы;

– полнотекстовые индексы (FULLTEXT) необходимые для работы с текстовым содержимым, позволяющие эффективно выполнять сложные поисковые запросы по текстовым данным;

– пространственные индексы (SPATIAL), применяемые для обработки геопространственной информации и оптимизированные для работы с координатами и геометрическими объектами.

Таким образом, правильный выбор типа индекса и его грамотное применение позволяют существенно повысить производительность операций поиска и выборки данных в реляционных базах данных.

Работа с индексами в MySQL предполагает несколько ключевых операций, каждая из которых требует внимательного подхода. На практике часто возникает необходимость создания простого индекса, например, для оптимизации поиска дорам по названию. В этом случае используется команда:

```
CREATE INDEX idx_дорамы_название
  ON дорамы(название_дорамы);
```

Более сложным случаем является создание составного индекса, который охватывает несколько столбцов. Типичный пример – индексирование актёрского состава по двум параметрам:

```
CREATE INDEX idx_актерский_состав_дорама_роль
    ON актерский_состав(id_дорамы, роль);
```

Особое внимание заслуживает создание уникальных индексов, которые не только ускоряют поиск, но и обеспечивают целостность данных. Например, следующая функция для столбца почта в таблице пользователей гарантирует, что в системе не будет двух пользователей с одинаковым email-адресом:

```
CREATE UNIQUE INDEX idx_пользователи_почта
ON пользователи(почта);
```

Также, не менее важной операцией является удаление индексов, которое выполняется командой:

```
DROP INDEX idx_дорамы_название ON дорамы;
```

Эта операция может потребоваться при изменении структуры базы данных или при оптимизации производительности, когда определённый индекс больше не используется или начинает замедлять операции записи.

Практическое применение индексов демонстрирует их значительное влияние на производительность запросов. Рассмотрим конкретный пример оптимизации поиска дорамы «Потомки солнца», выпущенной 24 февраля 2016 года, что представлено на рисунках 1-2.

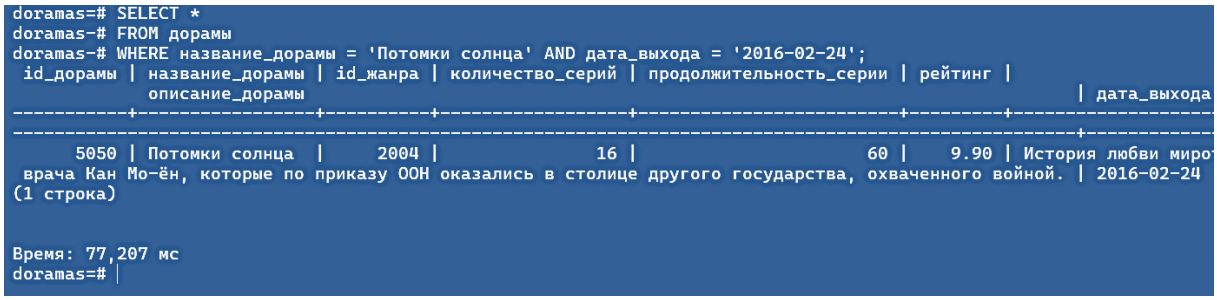


Рис. 1. Запрос по названию дорамы и году выпуска

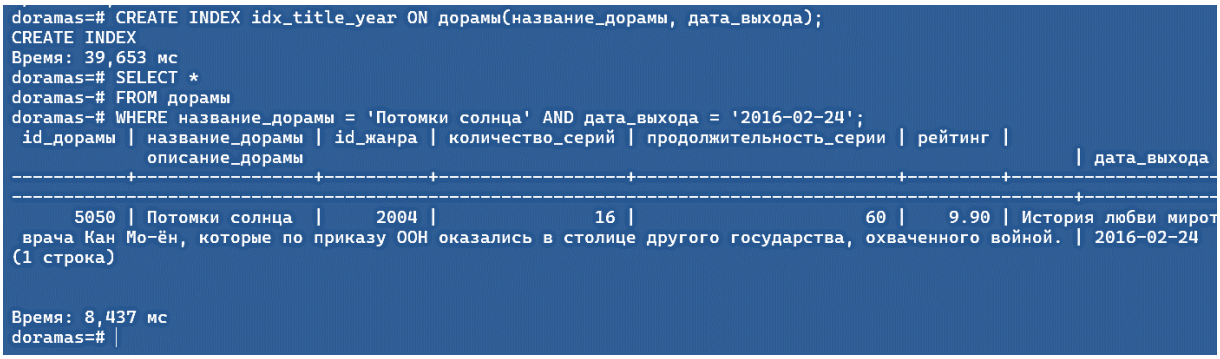


Рис. 2. Индекс по названию дорамы и году выпуска

Исходный запрос к таблице «дорамы» без использования индекса выполнялся за 77,207 мс – значительное время для такой, казалось бы, простой операции. После создания составного индекса по полям названия дорамы и года выпуска время выполнения сократилось до 8,437 мс, что почти в 10 раз быстрее первоначального результата. Этот наглядный пример подтверждает, что правильно спроектированные индексы способны кардинально улучшить скорость обработки данных.

Особый интерес представляет оптимизация операций соединения (JOIN) с помощью индексов. В рассматриваемом случае запрос, извлекающий отзывы

пользователей с оценками для дорамы с ID 2020 (с сортировкой по дате отзыва), изначально выполнялся за 3 мс, что представлено на рисунке 3.

```
doramas=# SELECT
doramas-#     д.название_дорамы,
doramas-#     п.имя_пользователя,
doramas-#     о.оценка,
doramas-#     о.отзыв
doramas-# FROM
doramas-#     отзывы о
doramas-# JOIN
doramas-#     дорамы д ON о.id_дорамы = д.id_дорамы
doramas-# JOIN
doramas-#     пользователи п ON о.id_пользователя = п.id_пользователя
doramas-# WHERE
doramas-#     д.id_дорамы = 2020
doramas-# ORDER BY
doramas-#     о.дата_отзыва DESC;
     название_дорамы      | имя_пользователя | оценка |                  отзыв
--------------------------+------------------+--------+-----------------------------------------
 Аварийная посадка любви | Диана            |   9.00 | Дорама хорошая, к просмотру рекомендую.
 Аварийная посадка любви | Алина            |   9.10 | Очень понравилась!
 Аварийная посадка любви | Алена            |   8.50 | Хорошая дорама с интересным сюжетом.
(3 строки)


Время: 3,094 мс
```

Рис. 3. Запрос по дораме и отзывам

После создания индекса по полю id_дорамы в таблице отзывов время выполнения уменьшилось до 1,5 мс, как показано на рисунке 4.

```
doramas=# SELECT
doramas-#     д.название_дорамы,
doramas-#     п.имя_пользователя,
doramas-#     о.оценка,
doramas-#     о.отзыв
doramas-# FROM
doramas-#     отзывы о
doramas-# JOIN
doramas-#     дорамы д ON о.id_дорамы = д.id_дорамы
doramas-# JOIN
doramas-#     пользователи п ON о.id_пользователя = п.id_пользователя
doramas-# WHERE
doramas-#     д.id_дорамы = 2020
doramas-# ORDER BY
doramas-#     о.дата_отзыва DESC;
     название_дорамы      | имя_пользователя | оценка |                  отзыв
--------------------------+------------------+--------+-----------------------------------------
 Аварийная посадка любви | Диана            |   9.00 | Дорама хорошая, к просмотру рекомендую.
 Аварийная посадка любви | Алина            |   9.10 | Очень понравилась!
 Аварийная посадка любви | Алена            |   8.50 | Хорошая дорама с интересным сюжетом.
(3 строки)


Время: 1,520 мс
doramas=#
```

Рис. 4. Работа индекса по дораме и отзывам

Хотя абсолютное значение сокращения может показаться незначительным, в процентном соотношении это 50%-ное улучшение производительности. Важно отметить, что в реальных системах с большими объемами данных и сложными запросами эффект от подобной оптимизации может быть гораздо более существенным.

Одним из фундаментальных правил оптимизации является избегание использования SELECT * в запросах. Эта практика приводит к избыточной загрузке данных, поскольку извлекаются все столбцы таблицы, включая те, которые не требуются для текущей операции. Вместо этого рекомендуется явно указывать только необходимые поля, что существенно снижает нагрузку на

систему. Например, запрос информации о дорамах следует формулировать с явным перечислением требуемых полей (id_дорамы, название_дорамы, рейтинг, количество_серий), а не использовать «SELECT *».

Также особое внимание следует уделять построению условий в WHERE. Ключевым аспектом здесь является селективность условий – чем строже условие, тем быстрее будет выполнен запрос. Наиболее селективные условия (те, которые отфильтровывают наибольшее количество строк) следует размещать первыми. Также важно избегать применения функций к индексированным столбцам в условиях WHERE, так как это приводит к игнорированию индексов. Например, вместо использования функции YEAR() для фильтрации по дате, предпочтительнее применять диапазонный поиск через BETWEEN. Хорошим примером можно считать следующее:

```
SELECT * FROM users
WHERE created_at
BETWEEN '2023-01-01' AND '2023-12-31';
```

Эффективное использование JOIN-операций требует соблюдения нескольких важных правил:

– следует всегда указывать тип JOIN явно (INNER, LEFT, RIGHT), что делвет запос более читаемым и предсказуемым;

– соединение таблиц должно выполняться по индексированным полям, что критически важно для производительности;

– рекомендуется ограничивать размер результирующего набора с помощью WHERE до выполнения JOIN, что уменьшает объем обрабатываемых данных.

Ниже на рисунке 5 представлен пример оптимизированного JOIN-запроса, который демонстрирует соединение таблиц дорам и отзывов с явным указанием типа соединения, использованием индексированных полей и предварительной фильтрацией данных.

```
doramas=# SELECT
doramas-#     д.название_дорамы,
doramas-#     ж.название_жанра,
doramas-#     о.оценка,
doramas-#     о.отзыв
doramas-# FROM
doramas-#     дорамы д
doramas-# INNER JOIN
doramas-#     жанры ж ON д.id_жанра = ж.id_жанра
doramas-# INNER JOIN
doramas-#     отзывы о ON д.id_дорамы = о.id_дорамы
doramas-# WHERE
doramas-#     д.рейтинг > 8.0
doramas-#     AND о.дата_отзыва > '2023-01-01'
doramas-#     AND ж.название_жанра = 'Романтика'
doramas-# ORDER BY
doramas-#     о.оценка DESC
doramas-# LIMIT 5;
     название_дорамы     | название_жанра | оценка |                  отзыв
-------------------------+----------------+--------+-----------------------------------------
 Аварийная посадка любви | Романтика      |   9.10 | Очень понравилась!
 Аварийная посадка любви | Романтика      |   9.00 | Дорама хорошая, к просмотру рекомендую.
(2 строки)
```

Рис. 5. JOIN для дорам с отзывами

Кроме всех перечисленных методов оптимизации стоит уделить внимание подзапросам, которые представляют мощный инструмент, но требуют внимательного подхода к их реализации. Сравнение двух методов – с использованием EXISTS и COUNT – показывает, что первый вариант обычно более эффективен. Ниже на рисунках 6 и 7 представлены примеры их использования.

```
doramas=# SELECT дорамы.id_дорамы, дорамы.название_дорамы
doramas-# FROM дорамы
doramas-# WHERE EXISTS (
doramas(#     SELECT *
doramas(#     FROM отзывы
doramas(#     WHERE отзывы.id_дорамы = дорамы.id_дорамы AND отзывы.оценка < 8.5
doramas(# );
 id_дорамы |  название_дорамы
-----------+-------------------
      1010 | Слава
      3030 | Силачка До Бон Сун
(2 строки)

doramas=#
```

Рис. 6. Подзапрос с использованием EXISTS, WHERE

```
doramas=# SELECT
doramas-# жанры.название_жанра AS название,
doramas-# (SELECT COUNT(*)
doramas(# FROM дорамы
doramas(# WHERE дорамы.id_жанра = жанры.id_жанра)
doramas-# AS количество_дорам
doramas-# FROM жанры;
   название    | количество_дорам
---------------+------------------
 Романтика     |                2
 Комедия       |                1
 Триллер       |                1
 Драма         |                1
 Мелодрама     |                1
 Исторические  |                1
 Боевик        |                2
 Про школу     |                0
 Про врачей    |                1
 Про юристов   |                0
 Фэнтези       |                2
 Ужасы         |                0
 Детектив      |                1
 Мистика       |                1
 Психология    |                1
(15 строк)
```

Рис. 7. Подзапрос с использованием COUNT, WHERE

Как видно из примеров, подзапрос с EXISTS прекращает поиск после нахождения первого совпадения, в то время как COUNT выполняет полный подсчет всех соответствующих записей. Например, при выборе дорам с оценками ниже 8.5, вариант с EXISTS демонстрирует лучшую производительность, особенно на больших объемах данных.

Таким образом, применение описанных методов оптимизации структуры запросов в сочетании с грамотным использованием индексов позволяет достичь значительного повышения производительности системы. Эти техники способствуют снижению нагрузки на сервер, уменьшению времени отклика и улучшению общей эффективности работы приложений, взаимодействующих с

базой данных MySQL. Регулярный анализ и оптимизация запросов должны стать неотъемлемой частью процесса разработки и сопровождения информационных систем.

Источники

1. Моргунов Е.П. PostgreSQL Основы языка SQL: учебное пособие // БХВ-Петербург. 2018. С. 241–248.

2. Новиков Б.А., Горшкова Е.А., Графеева Н.Г. Основы технологий баз данных: учебное пособие // ДМК Пресс. 2020. С. 308–311.

3. Алисултанова И.А., Николаева С.Г. Анализ компьютерной обработки информации в эпоху больших данных // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 9. № 1(154). С. 129-134.

4. Галимов А.И., Садыков Р.Р. Обзор возможностей существующих СУБД общего назначения // Тинчуринские чтения – 2024 «Энергетика и цифровая трансформация»: материалы Международной молодежной научной конференции. Казань, 2024. С. 21-23.

5. Кадыров А.Ф., Николаева С.Г. Сравнительный анализ технологий проектирования баз данных // Формирование профессиональной направленности личности специалистов – путь к инновационному развития России: Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2022. – С. 87-92.

6. Алихаджиев С.Х., Айгумов Т.Г., Николаева С.Г. Использование аналитики больших данных для принятия эффективных бизнес-решений // Экономика и предпринимательство. 2024. № 5(166). С. 1057-1059.

7. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

8. Сибаева Г. Р., Беляев В. А. Концепция модуля подачи инициатив как инструмент устойчивого развития организации // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 11, № 10(151). С. 21-26.

9. Хаджиева Л.К., Халидов А.А., Хагаева А.В. Цифровизация и автоматизация производства в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 443-446.

10. Овсеенко Г.А., Хамбулатова З.Р. Особенности использования методики оценки эффективности бизнес-процессов компании // Экономика и предпринимательство. 2024. № 2 (163). С. 1462-1466.

УДК 004.023

УПРАВЛЕНЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ВЕДЕНИЯ ПОСЕЩАЕМОСТИ КЛИЕНТОВ В ФИТНЕС-ЦЕНТРЕ «FITNESS LIFE»

Герасимова Татьяна Валерьевна, Александр Хайрулин Витальевич
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
tatyana.gerasimova.05@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется проблема фитнес-центра «Fitness Life», связанная с отсутствием автоматизированной системы ведения учёта посещаемости клиентов. Рассмотрены негативные последствия для компании. Представлены модели текущего («Как есть») и улучшенного («Как будет») состояния процесса с использованием автоматизированной системы. Внедрение такой системы ускорит ведение учёта посещаемости клиента, повысит удовлетворенность пользователей и улучшит контроль процессов.

Ключевые слова: ведение учёта посещаемости клиентов, eEPC, фитнес-центр.

A MANAGEMENT SOLUTION FOR AUTOMATING THE CUSTOMER ATTENDANCE MANAGEMENT SYSTEM AT THE FITNESS LIFE FITNESS CENTER

Gerasimova Tatiana Valeryevna, Alexander Khairulin Vitalievich
NMSTU, Magnitogorsk, Russia
tatyana.gerasimova.05@mail.ru

Abstract. The article analyzes the problem of the Fitness Life fitness center related to the lack of an automated system for recording customer attendance. The negative consequences for the company are considered. Models of the current («As is») and improved («As will be») state of the process using an automated system are presented. The implementation of such a system will speed up customer attendance records, increase user satisfaction, and improve process control.

Keywords: customer attendance records, eEPC, fitness center.

В современном мире, где информационные технологии проникают во все сферы бизнеса, наличие эффективных и надежных автоматизированных систем становится ключевым фактором успеха любой компании [1]. В частности, в индустрии фитнеса автоматизация ведения учёта посещаемости клиентов играет важную роль, обеспечивая точность учета, повышение эффективности обслуживания и улучшение клиентского опыта. Тем не менее, многие фитнес-

центры, такие как «Fitness Life», продолжают сталкиваться с проблемой отсутствия или недостаточной автоматизации данного процесса, что влечет за собой значительные потери как для самой компании, так и для её клиентов.

Основные проблемы, связанные с отсутствием автоматизированной системы ведения учёта посещаемости клиентов в фитнес-центре:

1. Низкая эффективность обработки данных. Ведение учёта посещаемости с помощью бумажных абонементов требует значительных затрат времени на ручное внесение и обработку данных. Это приводит к замедлению процесса получения информации о посещаемости клиентов и усложняет работу менеджеров;

2. Человеческий фактор. При ручном вводе данных высока вероятность возникновения ошибок, таких как неправильная регистрация посещений или потеря документов. Это может негативно сказаться на общем учёте и вызывать недовольство клиентов, которые могут неправильно указать количество посещений или остаток дней на абонементе;

3. Сложности с аналитикой. Без электронной системы учёта становится сложно собирать и анализировать данные о посещаемости клиентов. Это ограничивает возможность фитнес-клуба получать важную информацию, такую как пиковые часы посещаемости, популярные услуги и поведение клиентов, что затрудняет планирование промо-акций и улучшение сервиса;

4. Низкая степень удовлетворенности клиентов. Современные клиенты ожидают удобства и скорости в обслуживании. Отсутствие электронной отметки может приводить к недовольству клиентов, так как они могут столкнуться с задержками или проблемами при учёте посещений;

5. Повышенные затраты на ресурсы. Обработка бумажных документов требует больше материальных и трудовых ресурсов, таких как бумага, принтеры и работа сотрудников. Это неэффективно для бизнеса, особенно в условиях растущей конкуренции на рынке фитнес-услуг.

Анализ бизнес-процесса ведения учёта посещаемости клиентов в фитнес-центре «Fitness Life» предполагает тщательное изучение текущих процедур учета посещений, взаимодействия между сотрудниками и клиентами, а также выявление возможных «болевых» точек и трудностей. Важность анализа заключается в сложности и многоэтапности процесса, который затрагивает работу персонала, взаимодействие с клиентами и учет большого объема данных [2]. Такая сложность увеличивает вероятность ошибок и задержек, особенно учитывая необходимость оперативной фиксации каждого визита клиента для поддержания высокого уровня сервиса и предотвращения снижения качества предоставляемых услуг.

На рис. 1 представлена диаграмма бизнес-процесса «Ведение учёта посещаемости клиента» в текущем состоянии («Как есть») в нотации eEPC.

В качестве управленческого решение было выбрано создание автоматизированной системы ведения учёта клиента. Внедрение значительно упростит и ускорит этот процесс. На рисунке 2 изображена модель улучшенного состояния процесса после внедрения автоматизированной системы. Теперь отметка посещаемости будет автоматически обрабатываться.

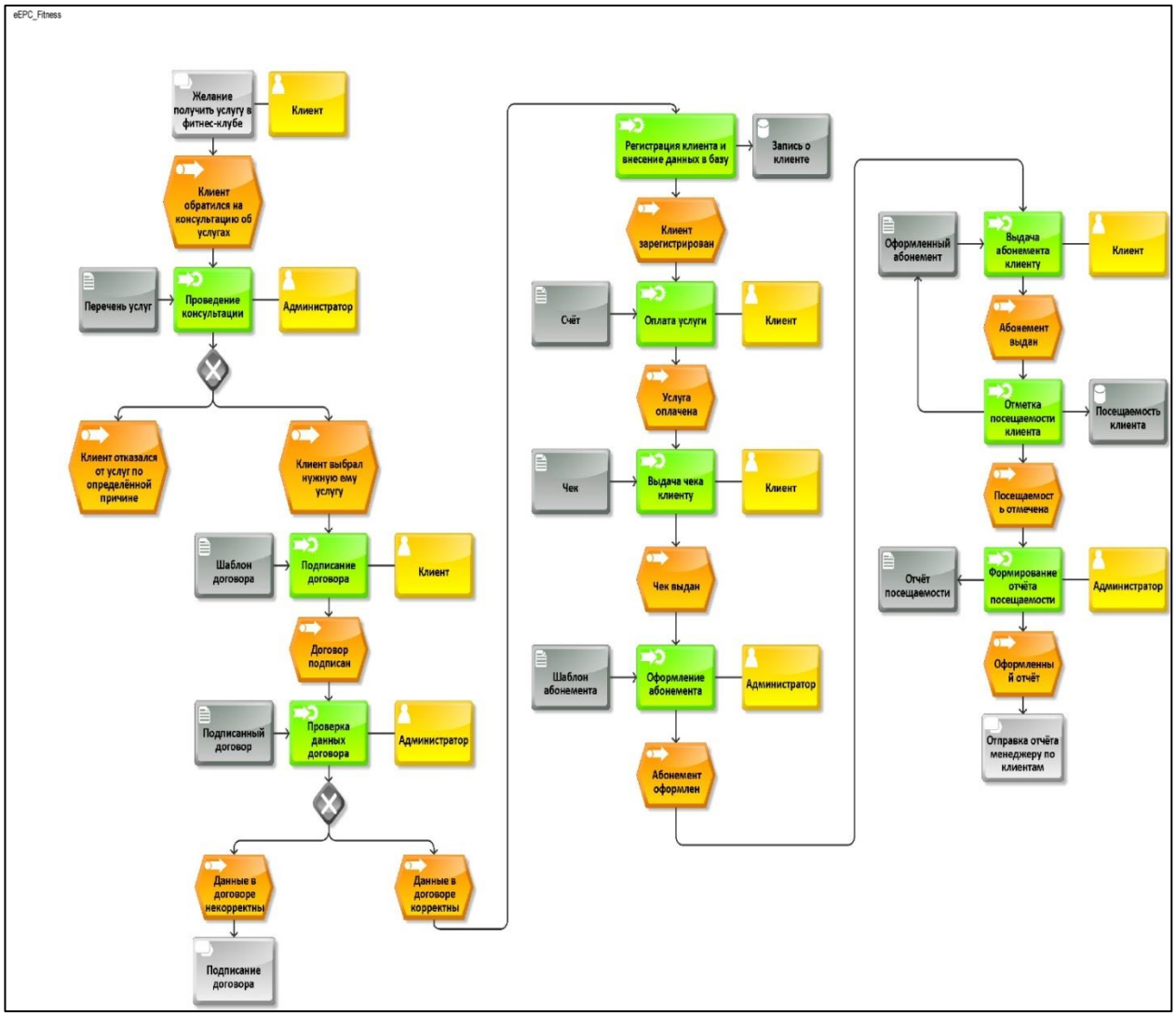


Рис. 1. eEPC-модель «Ведение учёта посещаемости клиента» - «Как есть»

Внедрение электронной системы отметки посещаемости клиента имеет следующие преимущества:

– автоматизация процесса;
– снижение количества ошибок;
– подробная аналитика;
– удобство для клиентов;
– экологичность и экономия ресурсов;
– легкость интеграции и расширение функционала.

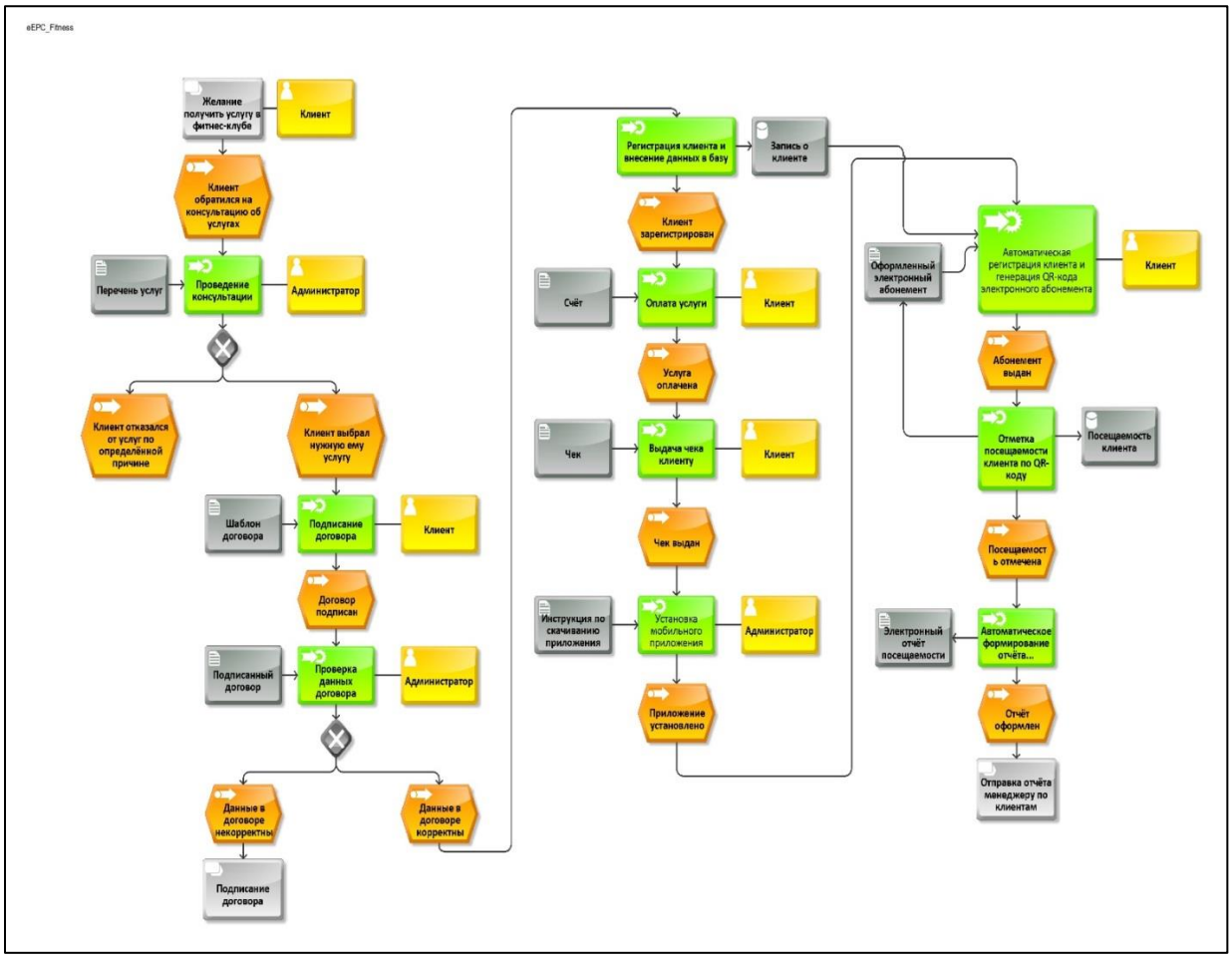


Рис. 2. eEPC-модель «Ведение учёта посещаемости клиента» - «Как будет»

Проблема отсутствия автоматизированной системы ведения учёта посещаемости клиентов в фитнес-центре «Fitness Life» является серьезным препятствием для развития бизнеса. Внедрение современных технологий позволит значительно повысить эффективность работы центра, улучшить клиентский сервис и обеспечить устойчивый рост компании [3]. Использование моделей бизнес-процессов «Как есть» и «Как будет» наглядно демонстрирует необходимость и выгоды от автоматизации, что должно стать приоритетом для руководства компании «Fitness Life».

Источники

1. Смирнова Е.Г. Актуальные проблемы автоматизации посещаемости в спорте // Научные журналы выборки РИНЦ. Екатеринбург, 2024. С. 90-105.

2. Коновалова Е. В. Организация учета в фитнес-индустрии / Е. В. Коновалова // Журнал финансового учета. Пермь: Издательство «ПГТУ», 2023. С. 60-77.

3. Неверов И. В. Управление проектами в фитнес-бизнесе / И. В. Неверов // Современные проблемы и решения в спорте. Иркутск: Изд-во «Сибирь», 2022. С. 45-60.

УДК 656:004

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА В ТРАНСПОРТЕ И ЛОГИСТИКЕ: ОПТИМИЗАЦИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Гильмутдинова Зарина Альбертовна, Салихова Регина Рафаилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Z-gilmutdinova@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается роль цифровых экосистем в оптимизации транспортно-логистических процессов через интеграцию ИИ, IoT и блокчейна. Анализируются кейсы внедрения подобных технологий, а также проблемы кибербезопасности. Подчеркивается необходимость межотраслевого сотрудничества для создания устойчивых решений, балансирующих эффективность и экологичность.

Ключевые слова: цифровая экосистема, транспортная логистика, оптимизация процессов, искусственный интеллект (ИИ), интернет вещей (IoT).

THE DIGITAL ECOSYSTEM IN TRANSPORT AND LOGISTICS: OPTIMIZATION AND EFFICIENCY

Gilmutdinova Zarina Albertovna, Salikhova Regina Rafailevna
KSPEU, Kazan, Russia
Z-gilmutdinova@bk.ru

Abstract. The article examines the role of digital ecosystems in optimizing transport and logistics processes through the integration of AI, IoT and blockchain. The cases of the introduction of such technologies, as well as cybersecurity issues, are analyzed. The need for cross-industry cooperation is emphasized in order to create sustainable solutions that balance efficiency and environmental friendliness.

Keywords: digital ecosystem, transport logistics, process optimization, artificial intelligence (AI), Internet of Things (IoT).

Современная глобальная экономика ставит перед транспортной и логистической отраслями сложные задачи: рост потребительского спроса, ужесточение экологических стандартов, необходимость сокращения издержек и повышения скорости доставки. В этих условиях цифровизация становится ключевым инструментом трансформации. Цифровая экосистема, объединяющая технологии искусственного интеллекта (ИИ), интернета вещей (IoT), блокчейна и больших данных, предлагает принципиально новый подход к управлению цепочками поставок [1-3]. Актуальность темы обусловлена не

только потребностью в оптимизации процессов, но и растущим запросом на устойчивое развитие, что делает исследование возможностей цифровых экосистем значимым для науки и практики [4-5].

Основу цифровой экосистемы в логистике составляет интеграция участников рынка – от перевозчиков и поставщиков до регуляторов и конечных клиентов – в единую информационную сеть. Это позволяет синхронизировать потоки данных, минимизировать задержки и повысить прозрачность операций. Например, IoT-датчики, установленные на транспортных средствах и грузах, предоставляют данные о местоположении, температуре, влажности и состоянии техники в режиме реального времени. Такая информация анализируется алгоритмами ИИ для прогнозирования рисков, оптимизации маршрутов и управления активами. Так, компания Maersk внедрила платформу TradeLens на базе блокчейна, что сократило время обработки документов на 40%, а DHL использует цифровые двойники складов для моделирования сценариев, снижая простои на 15–20%.

Важным аспектом цифровизации является автоматизация рутинных операций. Роботизированные системы, такие как автономные погрузчики (AGV) и дроны, ускоряют процессы погрузки-разгрузки, а алгоритмы машинного обучения оптимизируют распределение заказов. Например, Amazon применяет предиктивную аналитику для прогнозирования спроса, что позволяет заранее формировать запасы на региональных складах и сокращать время доставки до 24 часов. Одновременно цифровые экосистемы способствуют энергоэффективности. Алгоритмы «зеленой логистики» рассчитывают маршруты с минимальным углеродным следом, а внедрение электромобилей и умных сетей зарядки снижает зависимость от ископаемого топлива. По данным исследований, такие решения уменьшают выбросы CO_2 на 20–30%, соответствуя целям ESG (экологическое, социальное и корпоративное управление).

Однако внедрение цифровых экосистем сопряжено с вызовами. Кибербезопасность остается критической проблемой: рост числа IoT-устройств увеличивает риски хакерских атак и утечек данных. Кроме того, многие компании сталкиваются с трудностями интеграции новых технологий в устаревшие IT-системы (legacy-системы), что требует значительных инвестиций в инфраструктуру. Регуляторные барьеры также замедляют прогресс: отсутствие единых стандартов обмена данными и различия в законодательстве стран осложняют создание глобальных платформ. Например, проект беспилотных грузовиков Tesla Semi сталкивается с правовыми ограничениями в ряде регионов, несмотря на технологическую готовность.

Перспективы развития цифровых экосистем связаны с дальнейшей конвергенцией технологий. Автономный транспорт, включая беспилотные

грузовики и дроны для «последней мили», может сократить затраты на перевозки на 35–50%, как показывают пилотные проекты компаний Waymo и UPS. Предиктивная аналитика, усиленная возможностями 5G-сетей, позволит прогнозировать сбои в цепочках поставок за счет анализа данных из социальных сетей, метеорологических сервисов и биржевых котировок. Важным трендом станет интеграция цифровых экосистем с концепцией циркулярной экономики, где повторное использование ресурсов и переработка отходов будут управляться через блокчейн-платформы.

В заключение можно утверждать, что цифровые экосистемы трансформируют транспорт и логистику, обеспечивая беспрецедентный уровень оптимизации и эффективности. Они позволяют не только сокращать издержки и время доставки, но и способствуют достижению экологических целей, что особенно актуально в условиях климатических изменений. Однако успешная реализация этих систем требует решения технических, регуляторных и культурных проблем: от обеспечения кибербезопасности до обучения персонала. Будущее отрасли зависит от способности бизнеса, государства и научного сообщества совместно разрабатывать стандарты и внедрять инновации, создавая устойчивые и клиентоориентированные логистические решения.

Источники

1. Пильгун Т.В. Цифровая экосистема транспортно-логистической деятельности // Новости науки и технологий. 2020. №. 3. С. 52-62.
2. Булатова Н.Н., Дудин В.С., Алексеев А.В. Формирование цифровой экосистемы региональной транспортно-логистической инфраструктуры // π-Economy. 2024. Т. 17. №. 3. С. 68-80.
3. Хмельницкая С.А., Борейко А.Е., Громов И.С. Исследование специфики цифровой трансформации логистического бизнеса // Логистика и управление цепями поставок. 2021. №. 1. С. 14-22.
4. Дмитриев А.В. Формирование и развитие цифровых экосистем транспортно-логистического обслуживания // Диссертация доктора эк. наук: 08.00.05. Спб, 2021. С. 410.
5. Гвилия Н.А. Развитие цифровых экосистем корпораций на основе интернета логистики (IoL) // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2021. №. 1 (73). С. 74-81.

УДК 339.1

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ТОРГОВЛИ В СФЕРЕ ТОВАРНОГО ОБРАЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Гильмутдинова Резеда Исхаковна, Салихова Регина Рафаилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
gilmutdinovarz@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается трансформация торговли под влиянием процессов цифровизации в современной экономике. Анализируется воздействие новых технологий (искусственный интеллект, блокчейн, большие данные) на все этапы товарного обращения - от производства до конечного потребления. Особое внимание уделяется изменению роли торговли как системообразующего элемента экономики, обеспечивающего связь между производителями и потребителями.

Ключевые слова: торговля, рынок, товарооборот, товарные процессы, экономика.

THE ROLE AND IMPORTANCE OF TRADE IN THE SPHERE OF COMMODITY CIRCULATION IN THE CONTEXT OF THE DIGITALIZATION OF THE ECONOMY

Gilmutdinova Rezeda Iskhakovna, Salikhova Regina Rafailevna
KSPEU, Kazan, Russia
gilmutdinovarz@gmail.com

Abstract. The article examines the transformation of trade under the influence of digitalization processes in the modern economy. The impact of new technologies (artificial intelligence, blockchain, big data) on all stages of commodity circulation, from production to final consumption, is analyzed. Particular attention is paid to changing the role of trade as a system-forming element of the economy, providing a link between producers and consumers.

Keywords: trade, market, commodity circulation, commodity processes, economy.

Современная экономика стремительно цифровизируется, и торговля – один из ключевых секторов, подверженных этому влиянию. Наблюдается трансформация традиционных моделей товарного обращения, и это требует пристального анализа.

Во-первых, цифровизация – глобальный тренд, охватывающий все сферы жизни. Новые технологии, от искусственного интеллекта до блокчейна и обработки больших данных, кардинально меняют работу с товарами [1]. Нужно

понять, как эти изменения влияют на эффективность и конкурентоспособность торговли.

Во-вторых, торговля играет колоссальную роль в российской экономике. Она обеспечивает работу миллионам людей, формирует значительные налоговые поступления и, в условиях санкций и импортозамещения, её значение только возрастает [2].

Третья составляющая – это стремительное изменение в сфере товарного обмена. Появляются «умные» склады, роботизированные системы логистики, и цифровые двойники для моделирования цепочек поставок, развивается электронная коммерция. Всё это требует новых подходов и решений.

Торговля выступает системообразующим звеном экономики, обеспечивая связь между производством и потреблением. В условиях цифровизации её роль усиливается за счет оптимизации товарных потоков (снижение издержек, ускорение оборачиваемости), формирования новых рынков (например, через маркетплейсы), стимулирования конкуренции (сравнение цен и качества в режиме онлайн) [3].

Использование цифровых технологий в экономике имеет множество преимуществ [4]. Внедрение искусственного интеллекта в сферу торговли помогает идентифицировать эффективные цифровые инструменты для оптимизации товарных потоков, разработать решения для снижения издержек в цепях поставок, оценить влияние цифровизации на конкурентоспособность торговых предприятий.

Примеры цифровых технологий в торговле: маркетплейсы (Wildberries, Ozon), аналитика на основе искусственного интеллекта для прогнозирования спроса, умные склады с автоматизированным учётом и роботизированными системами.

Цифровизация радикально трансформирует торговлю, затрагивая все этапы товарного обращения – от производства до конечного потребления, помогая при этом автоматизировать бизнес-процессы, такие как учет и логистика [4]. При этом автоматизируется управление запасами, закупками и продажами. В свою очередь, цифровые двойники и роботы также помогают создавать виртуальные модели, которые оптимизируют размещение товаров и маршруты доставок, ускоряя процесс обработки в несколько раз.

Цифровые технологии интегрируются в повседневные процессы, трансформируя подходы к потреблению (например, бесконтактные платежи, VR-примерочные) и люди непрерывно связаны с этими процессами [5]. Например, использование безналичных платежей позволяет осуществлять электронные транзакции, что способствует ускорению процесса покупки и продажи.

Сейчас приобретают популярность рынки электронной торговли, использующие B2B и B2C процессы [6]. Концепция B2C-процессов представляет собой бизнес-план, который описывает взаимодействие между

интернет-магазинами и потребителями. В сфере электронной коммерции крайне важно обладать глубокими знаниями в таких областях, как презентация товара, поисковая оптимизация, обработка платежей и работа с клиентами. Преимущества торговых платформ (маркетплейсов) становятся всё более очевидными, они предоставляют широкий спектр услуг для поддержки бизнеса. Сущность B2B процесса заключается в координации и оптимизации бизнес-операций между различными участниками рынка для достижения взаимовыгодных результатов. Также сущность процесса заключается в автоматизации взаимодействия между компаниями, включая электронные закупки, управление цепочками поставок и совместное использование данных через цифровые платформы. Это может включать в себя закупки, продажи, поставки, партнёрства, совместные проекты и другие формы сотрудничества между компаниями.

Таким образом, цифровизация не просто модернизировала торговлю, а превратила ее в ключевой элемент новой цифровой экономики, выполняющий системообразующую функцию в глобальных товарно-денежных отношениях. В будущем стоит уделить внимание разработке методов оценки эффективности цифровых технологий и прогнозированию новых этапов технологической революции.

Источники

1. Зверева А.О., Депутатова Е.Ю. Трансформация торговых услуг в цифровой экономике // Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова. 2019. №4 (106).
2. Тропынина Н.Е., Логинов П.О. Современные тенденции развития рынка электронной коммерции // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2022. №3 (61).
3. Салихова Р.Р. Роль, функции, значение торговли в сфере товарного обращения // Региональные проблемы преобразования экономики. 2024. № 4(162). С. 222-228.
4. Воронцовский А.В. Цифровизация экономики и ее влияние на экономическое развитие и общественное благосостояние // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2020.
5. Зенкина Е.В., Ивина Н.В., Малинин А.А. Информационные технологии как современный канал влияния на устойчивое экономическое развитие стран // Известия высших учебных заведений. Серия: Экономика, финансы и управление производством. 2019. №. 3 (41). С. 52-57.
6. Головенчик Г.Г. Трансграничная электронная торговля как проявление цифровой глобализации: взаимосвязь и взаимовлияние // Социальные и экономические системы. 2023. № 5-1(47). С. 193-217.

УДК 004.4

АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

Гиматдинов Ильнас Расимович, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zaripova.rs@kgeu.ru

Аннотация. В статье приведен сравнительный анализ программных продуктов, предназначенных для управления базами данных. Проведено детальное сравнение наиболее распространенных систем управления базами данных: Oracle Database, Microsoft SQL Server и PostgreSQL. На основе анализа сформулированы требования к разрабатываемому программному продукту и определены категории потенциальных пользователей с указанием их возможностей.

Ключевые слова: базы данных, СУБД, программный продукт, сравнительный анализ, лепестковая диаграмма.

ANALYSIS OF SOFTWARE PRODUCTS FOR DATABASE MANAGEMENT

Gimatdinov Ilnas Rasimovich, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
zaripova.rs@kgeu.ru

Abstract. The paper presents a comparative analysis of five software products for database management. A detailed comparison of the three most common database management systems: Oracle Database, Microsoft SQL Server and PostgreSQL is carried out. On the basis of the analysis the requirements to the developed software product are formulated and the categories of potential users with the indication of their capabilities are defined.

Keywords: databases, DBMS, software product, comparative analysis, petal diagram.

Системы управления базами данных (СУБД) являются неотъемлемой частью современной ИТ-инфраструктуры предприятий [1, 2]. Они обеспечивают хранение, обработку и анализ данных, что критически важно для принятия управленческих решений и эффективного функционирования организаций [3]. На рынке представлено множество программных продуктов для управления базами данных, каждый из которых имеет свои особенности, преимущества и недостатки.

Для разработки конкурентоспособного программного продукта в области управления базами данных необходимо провести тщательный анализ

существующих решений, выявить их сильные и слабые стороны, а также определить потребности потенциальных пользователей. Это позволит сформулировать требования к разрабатываемому продукту, который будет учитывать все достоинства и недостатки аналогов.

В ходе исследования были проанализированы пять программных продуктов для управления базами данных: Oracle Database, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, MongoDB и Redis. Данные продукты представляют различные подходы к организации хранения и обработки данных, имеют разные модели лицензирования и ориентированы на различные сценарии использования (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительный анализ программных продуктов для управления БД

№	Список характеристик	Oracle Database	Microsoft SQL Server	PostgreSQL
1	Тип лицензирования	Платное	Платное	Бесплатное
2	Автоматическое управление хранилищем	Да	Частично	Нет
3	Поддержка пользовательских типов данных	Ограниченная	Ограниченная	Расширенная
4	Встроенная поддержка JSON	Да	Да	Да
5	Интеграция с инструментами бизнес-аналитики	Собственные инструменты	Интеграция с Power BI, Excel, SharePoint	Не требует сторонних инструментов

Oracle Database от Oracle Corporation представляет собой высокопроизводительную СУБД корпоративного уровня с обширным набором функций для обеспечения безопасности, масштабируемости и надежности. Система требует мощного серверного оборудования и поддерживает различные ОС, включая Windows, Linux и Unix.

Microsoft SQL Server разработан компанией Microsoft и тесно интегрирован с экосистемой Microsoft. Данная СУБД обеспечивает комплексные функции управления данными, надежные меры безопасности и инструменты для аналитики и отчетности [4]. Для развертывания требуется операционная система Windows.

PostgreSQL от PostgreSQL Global Development Group является бесплатной СУБД с открытым исходным кодом. Система совместима с различными операционными системами и имеет умеренные требования к оборудованию. PostgreSQL поддерживает объектно-реляционные функции, пространственные данные и обеспечивает высокую масштабируемость и производительность.

MongoDB от MongoDB Inc. представляет собой документно-ориентированную СУБД, которая эффективно управляет документными данными и решает проблемы с загрузкой и доступом к данным через объектно-ориентированные языки программирования. Система поддерживает различные операционные системы и имеет масштабируемую архитектуру [5].

Redis от Redis Labs является высокопроизводительным хранилищем типа «ключ-значение» с минимальными требованиями к оборудованию. Система поддерживает различные типы данных, включая документы, графы и пространственные данные, а также включает поисковый движок и функции для работы с временными рядами.

Для наглядной демонстрации слабых и сильных сторон сравниваемых программных продуктов представлена лепестковая диаграмма, где значение 10 – наилучший показатель, а 0 – наихудший (рис. 1).

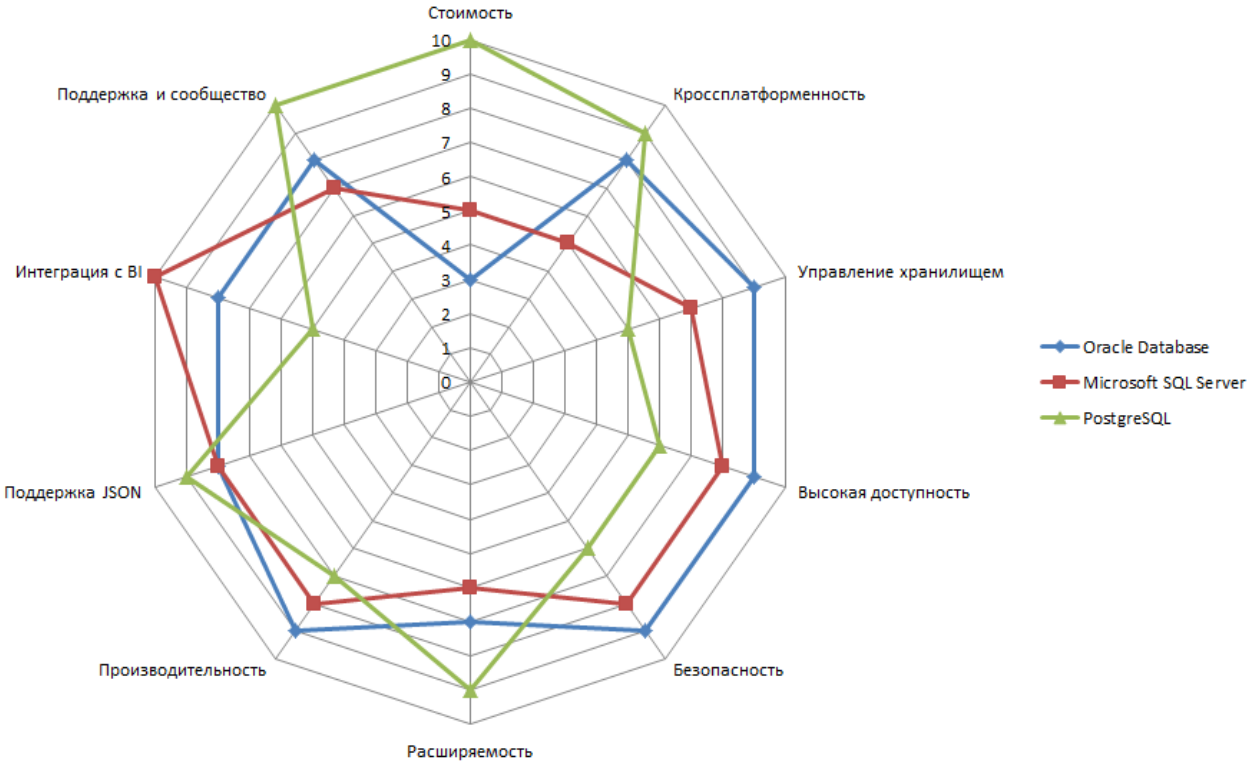


Рис. 1. Диаграмма сравнения программных продуктов

Проведенный анализ программных продуктов для управления базами данных позволил выявить их основные достоинства и недостатки, а также сформулировать требования к разрабатываемому программному продукту. Учет этих требований при разработке позволит создать конкурентоспособное решение, которое будет отвечать потребностям различных категорий пользователей и эффективно решать задачи хранения, обработки и анализа данных [6, 7].

Разрабатываемый программный продукт должен сочетать в себе лучшие качества существующих решений: надежность и масштабируемость Oracle Database, интеграцию с другими продуктами Microsoft SQL Server и гибкость PostgreSQL. При этом он должен быть более доступным по стоимости и проще в использовании, что позволит привлечь широкий круг пользователей.

Источники

1. Менциев А.У., Айгумов Т.Г., Амирова Э.Ф. Методы и технологии сбора и анализа данных в цифровой экономике // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 12. № 11-1. С. 282-288.
2. Кадыров А.Ф., Николаева С.Г. Сравнительный анализ технологий проектирования баз данных // Формирование профессиональной направленности личности специалистов – путь к инновационному развития России: сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 87-92.
3. Ахтямов Р.Р., Зарипова Р.С. Разработка базы данных для организации сферы торговли // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. №10. С.78-81.
4. Емдиханов Р.А., Николаева С.Г. Основы правильного проектирования баз данных в веб-разработке // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 249-251.
5. Хамитов Р.М., Шорина Т.В. Аспекты обеспечения качества программных продуктов // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 625-627.
6. Юртаев В.В., Николаева С.Г. Базы данных как уязвимость организации // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 256-260.
7. Николаева С.Г., Ахунова И.Р. Интеграция SQL с технологиями блокчейн и искусственный интеллект // Современные цифровые технологии. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Барнаул, 2023. С. 182-184.
8. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 207-210.
9. Хаджиева Л.К., Халидов А.А., Хагаева А.В. Цифровизация и автоматизация производства в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 443-446.

УДК 621

МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАМИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СУПЕРСИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО «ДВОЙНИКА» ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В УСЛОВИЯХ ГИБРИДНЫХ АТАК

Грабчак Евгений Петрович[1], Григорьев Владимир Викторович[2], Логинов Евгений Леонидович[3]
[1]ФГБУН «Объединенный институт высоких температур РАН», Москва, Россия
[2]ФГАОУ ВО «Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации», Москва, Россия
[3]ФГБУН «Центральный экономико-математический институт РАН», Москва, Россия
loginovel@mail.ru

Аннотация. Предлагается использование модели цифрового «двойника» энергетического объекта (агента) в новых человеко-машинных системах, опирающихся на интерфейс «интеллектуальный датчик-компьютер», используемых для сбора данных и обмена информацией с целью формирования новых схем коммуникации между элементами суперсистемы и информационными системами управления.

Ключевые слова: суперсистема, энергетический объект, мониторинг, управление, цифровые технологии

MONITORING PROCESSES OF MANAGEMENT OF ELEMENTS OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SUPERSYSTEM USING A MODEL OF A DIGITAL «DOUBLE» OF A ENERGY FACILITY IN CONDITIONS OF HYBRID ATTACKS

Grabchak Evgeny Petrovich[1], Grigoriev Vladimir Viktorovich[2], Loginov Evgeny Leonidovich[3]
[1]FSBIS «Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences», Moscow, Russia
[2]FSAEI HE «Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation», Moscow, Russia
[3]FSBIS «Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences», Moscow, Russia
loginovel@mail.ru

Abstract. It is proposed to use a model of a digital «twin» of an energy object (agent) in new human-machine systems based on the «intelligent sensor-computer» interface used to collect data and exchange information in order to form new communication schemes between elements of the supersystem and information management systems.

Key words: supersystem, energy facility, monitoring, control, digital technologies

Для повышения живучести организационно-технического агента, в том числе, обеспечения его устойчивой работы в условиях гибридных атак (с учетом реакции на воздействующие факторы), необходимо выяснение [анализ] связи характеристик наблюдаемого состояния инфраструктурных элементов суперсистемы с конкретным информационным пакетом данных о физических и иных воздействиях, управленчески влияющих на его работу [1-4].

Наиболее подходящим инструментом такого анализа является использование модели цифрового «двойника» энергетического объекта (агента).

Управленческие параметры необходимо анализировать для последующего формирования управляющих [функциональных, ремонтных, модернизационных] транзакций [5-6]. То есть, требуется исследование структурной и функциональной вариабельности работы цифрового «двойника» энергетического объекта (агента) и показателей надежности и безопасности, в том числе, с целью формирования новых схем коммуникации между элементами суперсистемы и информационными системами управления, инвариантных к любым видам военных, диверсионных и иных атак [7-9].

Базовые принципы такой технологии включают:

– возможность анализа информационных массивов доступных для анализа баз данных, состоящих из различных информационно-мониторинговых, прогнозно-моделирующих и организационно-исполнительных сигналов, с описанием функционально-управленческих связей, необходимых для анализа результатов мониторинга процессов управления элементами суперсистемы в условиях военных и иных атак с использованием модели цифрового «двойника» энергетического объекта (агента);

– возможность многоформатной интеграции данных в новых человеко-машинных системах, опирающихся на интерфейс «интеллектуальный датчик-компьютер».

С учетом опыта проведения СВО необходимо исследование структурной и функциональной вариабельности работы цифрового «двойника» организационно-технического агента в системах ресурсоснабжения с точки зрения показателей надежности и безопасности при любых видах атак. Предлагается сконфигурировать группу нейросетевых сервисов на целях анализа ситуации, выявления тенденций ее развития и структурирования ключевых угроз, включая угрозы внешней блокады или коренной невыгодной трансформации с точки зрения расширения масштабов контроля информационых управленческих пространств.

Необходимо выявить функционально-управленческие связи допустимых классов между идентифицируемыми параметрами работы элементов суперсистемы в условиях гибридных атак, позволяющей дистанционно определять техническое состояние элементов суперсистемы генерации и систем транспортировки ресурсов, интегрированных с модулями формирования управляющих транзакций в ресурсопроизводящих системах, ресурсо-транспортных сетях и ресурсопотребляющих системах [10].

Предлагается интегрировать средства детекции и формирования сигналов, характеризующих техническое состояние инфраструктурных элементов суперсистемы, прежде всего надежности и устойчивости работы, в т.ч. связей между идентифицируемыми параметрами в условиях гибридных атак, формирующее возможность дистанционно определять техническое

состояние элементов суперсистемы в отношении кластеров организационно-технических агентов.

Источники

1. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л., Чиналиев В.У., Епишкин И.И. Управление развитием сложных научно-технических комплексов на основе интеллектуальных цифровых платформ (реализация компетенций Госкомитета СССР по науке и технике в условиях цифровой экономики). Москва: Институт экономических стратегий, 2023. С. 504.
2. Грабчак Е.П. Цифровая трансформация электроэнергетики. Москва: Издательство «КноРус», 2018. С. 340.
3. Агеев А.И. Использование суперкомпьютерных технологий для управления работой сверхбольших организационных систем при реализации сложных специальных проектов (операций) // Микроэкономика. 2024. № 1. С. 5-10.
4. Епишкин И.И. Использование квантовых вычислений с формированием единого расчетного пространства сверхбольших размерностей в сфере поставок топливно-энергетических ресурсов в условиях ситуаций особого периода // Искусственные общества. 2024. Т. 19. № 2. С.1.
5. Агеев А.И. Цифровая платформа управления научно-технологическим развитием в пространстве экономического сотрудничества // Экономические стратегии. 2023. Т. 25. № 1(187). С. 56-69.
6. Грабчак Е.П., Епишкин И.И., Логинов Е.Л. Векторы развития информационно-аналитического инструментария прогнозирования, предотвращения и поддержки принятия решений при ликвидации кризисных ситуаций в энергетике // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2023. № 4. С. 108-113.
7. Епишкин И.И. Развитие информационных технологий при управлении энергетикой с учетом рисков и угроз естественного и искусственного характера // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2023. № 4. С. 97-103.
8. Бинько Г.Ф., Грабчак Е.П., Купчиков Т.В. [и др.] Использование искусственного интеллекта и технологии Big data при формировании цифровой модели отраслевой суперсистемы для управления кластерами электро- и теплоэнергетических объектов // Известия НТЦ Единой энергетической системы. 2020. № 1(82). С. 6-18.
9. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Актуализация элементов централизованного государственного управления в рыночной среде ТЭК России в условиях многофакторной нестабильности с расширенной компонентой неопределенности // Искусственные общества. 2020. Т. 15, № 2. С. 7.
10. Григорьев В.В. Планирование мер поддержания интерактивной коммуникации информационных систем с учетом угроз возможного коллапса управления экономикой в особый период // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2019. № 3. С. 79-86.

УДК 621-313.3

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Грачев Илья Радионович, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
gracevilyu478@mail.com, orhidey-din@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется применение аддитивных технологий, известных как 3D-печать, в сфере производства сельскохозяйственной техники. Рассматриваются преимущества данной технологии, а также приводятся примеры её использования для создания различных компонентов сельскохозяйственного оборудования. Кроме того, обсуждаются недостатки, среди которых высокая стоимость оборудования и необходимость наличия квалифицированного персонала.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, сельхозтехника, преимущества, недостатки, персонал, перспективы развития, индивидуализация, эффективность, инновации.

ADDITIVE TECHNOLOGIES IN PRODUCTION AGRICULTURAL MACHINERY

Grachev Ilya Radionovich, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
gracevilyu478@mail.com, orhidey-din@mail.ru

Abstract. The article analyzes the application of additive technologies, known as 3D printing, in the field of agricultural machinery production. The advantages of this technology are considered, as well as examples of its use for creating various components of agricultural equipment. In addition, disadvantages are discussed, including the high cost of equipment and the need for qualified personnel.

Keywords: additive technologies, 3D printing, agricultural machinery, advantages, disadvantages, personnel, development prospects, individualization, efficiency, innovation.

Аддитивные технологии (АТ), также известные как 3D-печать, все чаще применяются в различных отраслях промышленности, и сельское хозяйство не является исключением. Возможности этой технологии позволяют существенно изменить процесс производства сельскохозяйственной техники (СТ), предлагая новые решения для повышения эффективности, снижения затрат и создания инновационных продуктов [1]. В данной статье мы рассмотрим применение АТ в этом секторе, анализируя преимущества, недостатки и перспективы развития.

Преимущества АТв сельскохозяйственном машиностроении.

Одним из главных преимуществ технологии 3D-печати является её способность к снижению затрат на производство. В отличие от традиционных методов, таких как литье или штамповка, которые требуют значительных капиталовложений в дорогостоящее оборудование и формы, АТ позволяют создавать детали по требованию, исключая необходимость изготовления таких форм. Это особенно выгодно при производстве небольших партий или прототипов. Данный аспект способствует ускорению внедрения инноваций и тестирования новых решений в сельскохозяйственной сфере. Кроме того, 3D-печать способствует повышению эффективности и производительности СТ. Возможность создания деталей с сложной геометрией, недоступной традиционным методам, открывает новые горизонты для оптимизации дизайна. Это позволяет создавать более прочные, легкие и топливо эффективные конструкции. Например, можно интегрировать внутренние каналы охлаждения в детали двигателя, повышая его эффективность. Индивидуализация и кастомизация являются еще одним важным преимуществом АТ. Сельскохозяйственные предприятия получают возможность создавать индивидуальные детали, адаптированные к специфическим условиям работы и требованиям конкретных фермеров. Это позволяет повысить эффективность работы техники и снизить износ. Наконец, 3D-печать ускоряет процесс разработки и производства за счет быстрого прототипирования. Производители могут оперативно тестировать новые идеи и вносить необходимые изменения в дизайн, что сокращает время выхода продукта на рынок. Это особенно важно в условиях динамично развивающегося рынка СТ. Использование новых материалов, таких как композиты, металлы и полимеры со специальными свойствами, открывает дополнительные возможности для дизайна и функциональности СТ.

Примеры применения АТ в сельском хозяйстве.

АТ применяются для производства различных компонентов СТ:

1. Детали для тракторов и комбайнов: 3D-печать позволяет создавать сложные детали для двигателей, трансмиссий и других узлов, повышая их эффективность и надежность.

2. Инструменты и навесное оборудование: можно создавать индивидуальные насадки для сеялок, опрыскивателей и других сельскохозяйственных инструментов, оптимизированные для конкретных условий работы.

3. Прототипы и модели: 3D-печать ускоряет процесс разработки и тестирования новых конструкций СТ.

4. Запчасти для ремонта: АТ позволяют быстро изготавливать необходимые запчасти для ремонта, минимизируя простои техники.

5. Системы точного земледелия: 3D-печать используется для создания датчиков, сенсоров и других компонентов систем точного земледелия, повышая их точность и эффективность [3].

Недостатки АТ.

Несмотря на множество преимуществ, АТ в сельском хозяйстве сталкиваются с определенными трудностями:

Стоимость оборудования: 3D-принтеры для промышленного применения могут быть очень дорогими.

Скорость печати: печать крупных и сложных деталей может занимать много времени.

Качество поверхности: качество поверхности печатных деталей может быть недостаточным для некоторых применений.

Ограниченность материалов: не все материалы подходят для 3D-печати.

Необходимость квалифицированного персонала: работа с 3D-принтерами требует специальных навыков и знаний [4].

Перспективы развития.

Несмотря на существующие ограничения, перспективы развития АТ в сельском хозяйстве весьма позитивны. Ожидается дальнейшее снижение стоимости оборудования, повышение скорости печати, расширение спектра используемых материалов и улучшение качества поверхности печатных деталей. Развитие программного обеспечения и автоматизация процесса печати также сыграют важную роль в повышении эффективности использования АТ в сельскохозяйственном машиностроении. В будущем, 3D-печать может стать неотъемлемой частью процесса производства СТ, способствуя созданию более эффективных, производительных и экологически чистых машин [5].

Этапы аддитивного производства представлены на прилагаемом рис. 1.

Рис. 1. Этапы аддитивного производства

В завершение отметим, что АТ обладают значительным потенциалом для модернизации производства СТ. Несмотря на наличие некоторых вызовов, преимущества, которые они предоставляют – сокращение расходов, повышение эффективности, персонализация и ускорение разработки – делают их

перспективным инструментом для усиления конкурентоспособности и инновационности в аграрном секторе. Дальнейшее совершенствование этой технологии сулит революционные преобразования в данной сфере.

Источники

1. Хамитова Д.В., Зиангиров А.Ф. Возможность моделирования различных механизмов в Autodesk Inventor // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. Матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. Казань, 2022. С. 226-229.
2. Катаев Ю.В., Гончарова Ю.А., Свиридов А.С., Тужилин С.П. Применение технологий 3D-печати и 3D-сканирования при изготовлении и ремонте сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села, 2023, № 1(307), С. 34-38.
3. Сенин П. В., Чаткин М. Н., Кильмяшкин Е. А. «Аддитивные технологии для производства и ремонта сельскохозяйственной техники» // Инженерные технологии и системы. 2024. Т. 34. № 4. С. 584-596.25
4. Лавриков, В.А., Титенков В.В., Рукавишников В.А. Современные технологии 3D моделирования: проблемы, решения и перспективы // Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация»: электронный сборник статей по материалам конференции: [в 3 томах]. Казань, 2023. Т. 2. С. 313-316.
5. Голубев И. Г. [и др.] Перспективы применения аддитивных технологий при ремонте сельскохозяйственной техники // Труды ГОСНИТИ. 2018. Т. 130, С. 214-219.

УДК 004

ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Гриднев Максим Александрович, Тюнин Евгений Борисович
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», г. Краснодар, Россия
m4xongr004@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности применения технологии блокчейн в здравоохранении.

Ключевые слова: блокчейн, информационные технологии, здравоохранение.

BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES IN HEALTHCARE

Gridnev Maxim Alexandrovich, Tyunin Evgeny Borisovich
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia
m4xongr004@yandex.ru

Abstract. The article discusses the specifics of the use of blockchain technology in healthcare.

Keywords: blockchain, information technology, healthcare.

Активное развитие информационных технологий и непрекращающийся технический прогресс влияет на все сферы общественной жизни гораздо больше, чем можно представить. Благодаря новым недавно появившимся техническим средствам в таких областях как финансы, образование, производство, здравоохранение специалистам удалось достигнуть научных прорывов.

К современным цифровым технологиям относятся следующие направления:

– Искусственный интеллект и машинное обучение (нейронные сети, компьютерное зрение, естественный язык обработки и т.д.);

– Блокчейн (умные контракты, децентрализованные приложения);

– Робототехника и автоматизация (индустриальные и социальные роботы, автономные системы);

– Облачные вычисления (все виды облачных архитектур и сервисов);

– Большие данные (аналитика данных, data mining, прогнозирование).

Одним из острых вопросов в работе с данными и информацией является их защита и конфиденциальность. В случае с медицинскими сведениями этот вопрос волнует не только специалистов, но и самих пациентов: согласно статистическим сведениям, более 80% пациентов готовы предоставить свои

медицинские данные, но хотят контролировать их доступность для третьих лиц [1].

Технология блокчейн представляет собой распределенное хранилище информации, которое по архитектуре является цепочкой блоков, распределенных между различными узлами в сети [2]. Каждый блок в структуре содержит данные, хэш текущего блока (значение ссылки), хэш предыдущего блока для обеспечения непрерывности и метку точного времени создания блока. В здравоохранении использование блокчейн обусловлено тем, что для данных требуется обеспечить высокий уровень защиты, прозрачность и их неизменность.

Применимо к медицинской сфере, при использовании технологии децентрализация достигается таким образом, что каждое медицинское учреждение или организация может быть узлом сети, а все ее участники (другие больницы, клиники, лаборатории) имеют доступ к единой базе данных. Блоки могут содержать в себе различного рода информацию о пациенте: электронные медицинские карты, диагнозы, результаты анализов (как было сказано ранее, хэш предыдущего блока обеспечивает непрерывность всей истории болезни). Добавление нового блока происходит, когда врач вносит данные о пациенте: указанные записи объединяются в блок, который становится частью цепочки и связывается с предыдущим.

К главным преимуществам работы блокчейн относят:

– Безопасность данных (персональные данные пациентов надежно защищены от несанкционированного доступа);

– Прозрачность операций и изменений (всем участникам сети доступен одинаковый набор данных, что снижает риск ошибок и мошенничества);

– Неизменность (история болезни пациента остается неизменной);

– Централизованное хранение без единого владельца (при помощи данной особенности существует единый реестр данных, что упрощает работу различных учреждений: клиник, страховых компаний, больниц).

Несмотря на перечисленные плюсы, внедрение блокчейн в реальные медицинские учреждения и существующую систему здравоохранения может доставить некоторые проблемы и пройти со сложностями.

Важным моментом является масштабируемость: скорость обработки и емкости хранения самой технологии блокчейн ограничены, и поскольку медицинским учреждениям требуется обработать большие объемы информации, можно столкнуться с некоторыми ограничениями вычислительных мощностей.

Медицинские данные в большой степени подчиняются строгим формально определенным правилам и законодательству, в частности, существуют такие правовые понятия, как врачебная тайна и

конфиденциальность пациентов, откуда происходит следующая проблема – нормативно-правовая среда. Использование блокчейн позволяет повысить безопасность и защищенность данных, но способы защиты и доступа к данным должны соответствовать нормам законодательства и правовым положениям.

Любая цифровая трансформация требует определенных затрат, блокчейн – не исключение. Для эффективного использования технологии требуется обеспечение высокого уровня технологической инфраструктуры, содержание специалиста в области информационных технологий, а также достаточный уровень знаний сотрудников и обеспечение интеграции с существующими системами, что может потребовать больших затрат денежных средств и ресурсов [3].

В современной цифровой среде блокчейн-технологии активно внедряются в здравоохранительные учреждения и трансформируют ключевые аспекты медицины – от хранения электронных медицинских карт до организации взаимодействия пациентов с врачами, а также обеспечивают доступ к результатам медицинских исследований и анализов. Главное преимущество использования технологии – создание глобальной децентрализованной экосистемы, где соблюдается высокий уровень безопасности данных и облегчается процесс обмена данными между узлами в сети. Несмотря на большой потенциал, успешное внедрение блокчейн в здравоохранение требует комплексного подхода, при котором должны учитываться все необходимые условия с технической, правовой, финансовой и социальной сторон.

Источники

1. Мещерякова Ж.В. Блокчейн-технологии в сфере здравоохранения: проблемы и перспективы внедрения // Вызовы глобализации и развитие цифрового общества в условиях новой реальности: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, Москва, 2023. С. 216-220.

2. Логвинов Ю.И., Шматов Е.В. Преимущества и возможности применения блокчейн технологий в сфере здравоохранения // Виртуальные технологии в медицине. 2018. № 2(20). С. 65-66.

3. Иззатиллаев И., Амиркулов Р., Хотамова Н. Интеграция технологии блокчейн для повышения безопасности и конфиденциальности данных в системах здравоохранения // МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ: сборник статей XVI Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 2024. С. 29-32.

УДК 004

АНАЛИЗ БИЗНЕС - ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ДРОНОВ В КОМПАНИИ «ДРОНТЕХ»

Гудов Андрей Сергеевич, Фадеев Богдан Кириллович, Савченко Дмитрий Алексеевич
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
prezeglevanyy@inbox.ru

Аннотация. В статье анализируется проблема компании ДронТех, связанная с отсутствием автоматизированной системы учета, контроля и мониторинга процесса разработки дронов. Особое внимание уделено автоматизации ведения документооборота процессов определение требований, проектирования, производства, тестирования и сертификации дронов. Представлена функциональная модель процесса в нотации IDEF0. Обосновано решение о необходимости разработки автоматизированной системы ведения документооборота бизнес-процесса.

Ключевые слова: характеристика предметной области, дроны, функциональное моделирование, нотация IDEF0, анализ процесса.

ANALYSIS OF THE BUSINESS PROCESS OF DRONES DEVELOPMENT IN THE COMPANY «DRONTEKH»

Gudov Andrey Sergeevich, Fadeev Bogdan Kirillovich, Savchenko Dmitry Alekseevich
NMSTU, Magnitogorsk, Russia
prezeglevanyy@inbox.ru

Abstract. The article analyzes the problem of the DronTech company related to the lack of an automated system for accounting, control and monitoring of the drone development process. Particular attention is paid to the automation of document management of the processes of defining requirements, design, production, testing and certification of drones. A functional model of the process in IDEF0 notation is presented. The decision on the need to develop an automated system for maintaining business process document management is substantiated.

Keywords: subject area characteristics, drones, functional modeling, IDEF0 notation, process analysis.

Автоматизация документооборота является важным этапом цифровой трансформации предприятий. Она позволяет снизить издержки, повысить точность работы с документами и улучшить управляемость бизнес-процессов [1].

Основные проблемы ручного документооборота:

1. Высокая вероятность ошибок. Вручную обработанные документы подвержены ошибкам, связанным с человеческим фактором, что может приводить к задержкам и финансовым потерям [2].
2. Большие затраты на хранение. Бумажные архивы требуют значительных ресурсов на их содержание, включая аренду помещений, закупку расходных материалов и оплату труда персонала [3].
3. Низкая скорость обработки. Процесс согласования и передачи бумажных документов занимает больше времени по сравнению с электронными системами, что снижает оперативность управления [2].

4. Риск утраты и повреждения документов. Бумажные носители подвержены физическому износу, потере и порче, что может привести к утрате ценной информации [4].

В то же время преимущества автоматизации:

1. Ускорение работы с документами. Электронные системы позволяют мгновенно передавать и согласовывать документы между сотрудниками, сокращая время принятия решений [5].

2. Снижение затрат. Уменьшается потребность в бумаге, печати и физическом архивировании, что приводит к значительной экономии ресурсов [3].

3. Повышенная безопасность. Цифровые архивы защищены от несанкционированного доступа и случайной утраты, что делает данные более надежными [4].

4. Упрощение поиска и аналитики. Электронные системы позволяют быстро находить документы, проводить анализ потоков информации и оптимизировать бизнес-процессы [5].

Анализ бизнес-процесса производства дронов в компании «ДронТех» как объекта автоматизации включает детальное изучение текущей системы управления производством, процессов определения требований, проектирования, производства, тестирования и сертификации дронов, а также связанных с ними документов. Важнейшей задачей является выявление ключевых трудностей, возникающих при отсутствии автоматизированной системы учета, контроля и мониторинга данных процессов.

Актуальность выбора данного бизнес-процесса обусловлена его сложностью и многоэтапностью, поскольку он включает участие различных подразделений компании, специалистов по разработке, тестированию и сертификации продукции. Ручное ведение документации и отсутствие интегрированной системы управления увеличивают вероятность ошибок, задержек в обработке данных и неэффективности контроля качества [2].

Сложность процесса усиливается необходимостью строгого соблюдения нормативных требований и стандартов при проектировании и сертификации дронов. Ручное ведение документации создает риск несвоевременного обновления данных, что может привести к несоответствиям в производственных этапах и задержкам в сертификации. Это, в свою очередь, влияет на сроки вывода продукции на рынок и конкурентоспособность компании.

На рис. 1 представлена декомпозиция бизнес-процесса производства дронов в текущем состоянии («Как есть») в нотации IDEF0.

Исходя из описания слабых мест бизнес-процесса, следует сделать вывод о необходимости создания автоматизированной системы, которая будет хранить и предоставлять документы, создаваемые на различных этапах и в различных отделах, формируя собой единое хранилище всего предприятия.

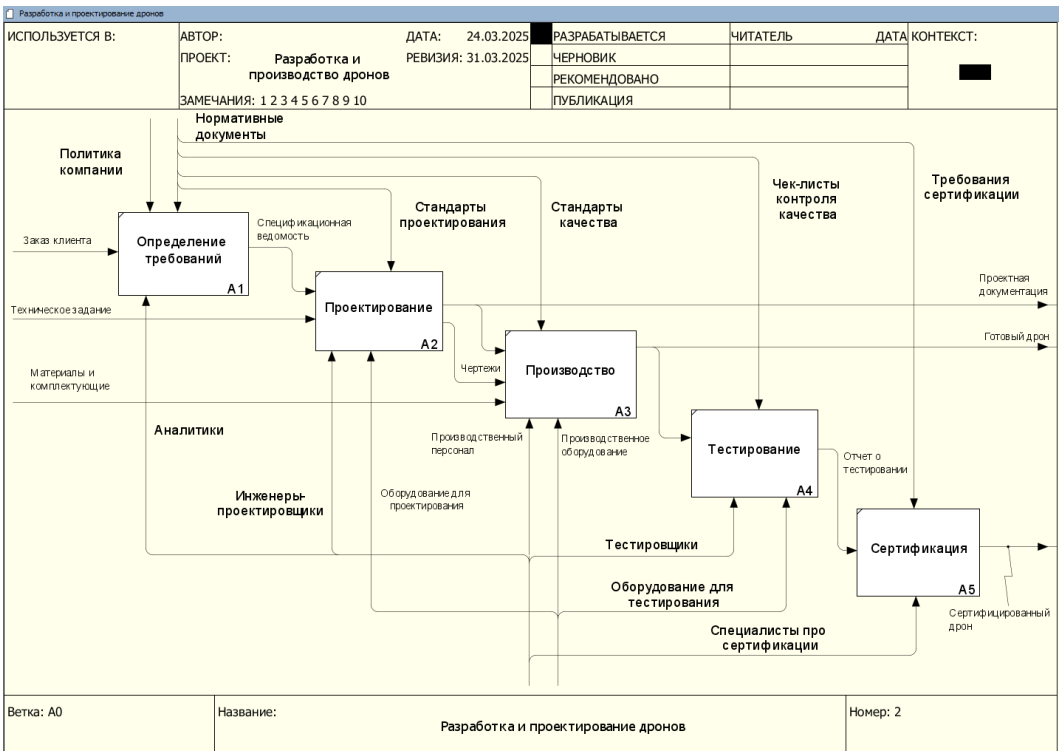


Рис. 1. Декомпозиция IDEF0-модели бизнес-процесса «Производство дронов» - «Как есть»

Внедрение автоматизированной системы ведения документооборота позволит централизовать управление документацией, сократить временные затраты на обработку информации, минимизировать ошибки, а также обеспечить оперативный мониторинг всех этапов производства. Данное решение является стратегически важным шагом для повышения эффективности работы предприятия и его конкурентоспособности [4].

Источники

1. Смирнова Г.Н. Учебное пособие по дисциплине «Электронные системы управления документооборотом» // Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права. Москва, 2002. С. 167.

2. Организация и ведение документооборота на предприятии: принципы, правила, схема и порядок работы [Электронный ресурс]. https://www.archiv.ru/useful/vedenie-i-organizaciya-dokumentooborota-na-predpriyatii/ (дата обращения: 01.04.2025).

3. Ведение и организация документооборота на предприятии [Электронный ресурс]. https://kontur.ru/diadoc/spravka/44407-vedenie_i_organizaciya_dokumentooborota (дата обращения: 01.04.2025).

4. Документооборот и его функции [Электронный ресурс]. https://nipkef.ru/about/blog/dokumentooborot-i-ego-funktsii/ (дата обращения: 01.04.2025).

5. Кузнецов И. Н. Делопроизводство: Учебно-справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко». 2006. С. 520.

УДК 631.171:631.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Гусев Алексей Юрьевич, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
brokele68@gmail.com, orhidey-din@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены возможности применения аддитивных технологий (3D-печати) в производстве сельскохозяйственной техники. Исследованы преимущества 3D-печати для создания сложных деталей, таких как элементы корпуса, детали трансмиссии и компоненты систем орошения. Проведен анализ экономической эффективности внедрения аддитивных технологий в сравнении с традиционными методами производства. Результаты исследования показывают, что применение 3D-печати позволяет сократить время изготовления деталей, снизить затраты на материалы и повысить гибкость производства.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, сельскохозяйственная техника, экономическая эффективность, производство.

USING ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF AGRICULTURAL MACHINERY

Gusev Alexey Y., Hamitova Dinara V.
KSPEU, Kazan, Russia
brokele68@gmail.com, orhidey-din@mail.ru

Abstract. The article discusses the possibilities of using additive technologies in the production of agricultural machinery. The advantages of 3D printing for creating complex parts, such as body elements, transmission parts, and irrigation system components, are explored. An analysis of the economic efficiency of implementing additive technologies compared to traditional production methods is carried out. The results of the study show that the use of 3D printing can reduce the time of part manufacturing, lower material costs, and increase production flexibility.

Keywords: additive technologies, 3D printing, agricultural machinery, economic efficiency, production.

Современное сельское хозяйство сталкивается с необходимостью повышения эффективности производства, снижения затрат и внедрения инновационных технологий. Одним из перспективных направлений является использование аддитивных технологий (АТ) в производстве сельскохозяйственной техники. АТ позволяют создавать сложные детали с

высокой точностью, минимизировать отходы материалов и сокращать время производства.

Целью данной статьи является анализ возможностей применения АТ в производстве сельскохозяйственной техники, а также оценка их экономической эффективности по сравнению с традиционными методами.

АТ, такие как 3D-печать, находят все большее применение в производстве сельскохозяйственной техники. Основные преимущества включают:

1. Снижение веса деталей. Использование 3D-печати позволяет создавать облегченные конструкции с оптимизированной топологией. Например, вес деталей для комбайнов и тракторов может быть сокращен на 20%, что приводит к снижению расхода топлива [1].

2. Сокращение времени производства. Традиционные методы изготовления деталей требуют длительного времени на проектирование, изготовление оснастки и обработку. АТ позволяют сократить этот процесс с 30 дней до 7 дней [2].

3. Гибкость производства. 3D-печать позволяет быстро вносить изменения в конструкцию деталей без необходимости перестройки производственных линий.

АТ активно внедряются в различные сферы производства сельскохозяйственной техники. Например, они используются для создания деталей трансмиссии, которые требуют высокой точности и сложной геометрии. Благодаря 3D-печати такие детали изготавливаются с минимальными отклонениями, что повышает их надежность и долговечность. Кроме того, АТ применяются для производства компонентов систем орошения, которые должны быть легкими, прочными и устойчивыми к коррозии. Еще одним примером является изготовление элементов корпуса с интегрированными функциями, такими как каналы для охлаждения или крепления, что невозможно реализовать при использовании традиционных методов производства [3].

Несмотря на значительные преимущества, внедрение АТ в сельскохозяйственное машиностроение сталкивается с рядом вызовов и ограничений:

1. Высокая стоимость оборудования. Современные промышленные 3D-принтеры, особенно для работы с металлами, требуют значительных капиталовложений. Например, стоимость оборудования для селективного лазерного спекания (SLS) может достигать нескольких миллионов рублей, что делает его недоступным для небольших предприятий.

2. Ограниченный выбор материалов. Хотя спектр материалов для 3D-печати постоянно расширяется, многие традиционные материалы, используемые в сельскохозяйственной технике (например, определенные сплавы стали или композиты), пока не могут быть полноценно заменены на материалы, пригодные для аддитивного производства.

3. Необходимость обучения персонала. Внедрение АТ требует подготовки специалистов, которые могут работать с CAD-программами, настраивать оборудование и контролировать качество продукции. Это создает дополнительные затраты на обучение и переподготовку кадров.

4. Низкая скорость производства для массовых изделий. Хотя 3D-печать идеально подходит для мелкосерийного производства и прототипирования, она пока не может конкурировать с традиционными методами (такими как литье или штамповка) при изготовлении крупных партий деталей [4].

На рисунке представлены примеры использования аддитивных технологий в производстве сельскохозяйственной техники.

а) 3D-моделирование трансмиссии б) применение в системах орошения; в) процесс 3D-печати

Рис. 1. Примеры использования аддитивных технологий

Изображения демонстрируют ключевые преимущества аддитивных технологий, такие как возможность создания сложных геометрических форм, снижение веса деталей и повышение их функциональности.

Перспективы развития АТ в сельском хозяйстве связаны с разработкой новых материалов, снижением стоимости оборудования и интеграцией с цифровыми технологиями, такими как IoT и искусственный интеллект [5].

АТ представляют собой перспективное направление для модернизации производства сельскохозяйственной техники. Их применение позволяет решить ряд ключевых задач, таких как сокращение времени производства, снижение веса деталей, повышение гибкости и снижение затрат на материалы. Однако успешное внедрение этих технологий требует преодоления ряда барьеров, включая высокую стоимость оборудования, ограниченный выбор материалов и необходимость обучения персонала.

Для дальнейшего развития отрасли необходимо активное взаимодействие между научными учреждениями, производителями оборудования и сельскохозяйственными предприятиями. Только совместными усилиями можно преодолеть существующие ограничения и реализовать весь потенциал аддитивных технологий в сельскохозяйственном машиностроении.

Источники

1. Шарафутдинова Д.Ш., Шарипов И.И. 3D-печать как новое научно-техническое направление. Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции (Казань, 10-11 апреля 2024 г.) / под общ. ред. И.Г. Ахметовой. Казань, 2024. С. 664-667.

2. Габдрашитов Т.А., Шарипов И.И. Импортозамещение с использованием 3D-печати и 3D-сканирования. Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции (Казань, 10-11 апреля 2024 г.) / под общ. ред. И.Г. Ахметовой. Казань, 2024. С. 58-60.

3. Хамитова Д.В. Способы создания аналога 3d-сканера / Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции «Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения» 10-11 апреля 2024 г.: электронный сборник статей по материалам конференции / под общ. ред. И.Г. Ахметовой. Казань, 2024. С. 171.

4. Галлиуллина А.Р., Рукавишников В.А. Эффективность использования аддитивных технологий в приборостроении // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IX Национальной научно-практической конференции (Казань 7-8 декабря 2023 г.) редколлегия: Э.Ю. Абдуллазянов (гл.редактор) И.Г. Ахметова, О.В. Козелков, О.В. Цветкова. - Казань, 2024. С.478-480.

5. Юсупова Д. А., Шарипов И.И. Применение искусственного интеллекта в аддитивных технологиях. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции обучающихся и преподавателей «Энергетика и автоматизация в современном обществе». В 2 ч. / Минобрнауки РФ; ФГБОУ ВО «Санкт-Петерб. гос. ун-т промышленных технологий и дизайна»; сост. М. С. Липатов, Е. Н. Лашина; под общ. ред. Т. Ю. Коротковой. – СПб., 2023. Ч. II. С. 139-141.

УДК 621-313.3

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ СТЕКА TCP/IP

Гуськов Сергей Михайлович, Полукаров Данил Юрьевич
ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева», г. Самара, Россия
guskovsergey36@gmail.com

Аннотация. В статье представлена разработанная автоматизированная информационная система для моделирования компьютерных сетей стека TCP/IP, выступающая в качестве современной альтернативы коммерческим решениям, таким как Riverbed Modeler, который официально перестал распространяться в нашей стране. Приложение позволяет создавать и редактировать топологии сети с помощью интерактивного пользовательского интерфейса, моделировать передачу пакетов с учётом динамической маршрутизации, настройки VLAN, NAT, Firewall, VPN, QoS и SNMP-мониторинга. Новая версия включает режим автоматической симуляции, позволяющий генерировать трафик между устройствами, а также предоставляет возможность редактирования параметров соединений (задержка и пропускная способность). Система собирает детальную статистику, визуализирует динамику работы сети через графики и обеспечивает экспорт данных в CSV, что делает её гибким и доступным инструментом для образовательных и исследовательских задач в вузах.

Ключевые слова: моделирование, компьютерные сети, TCP/IP, динамическая маршрутизация, VLAN, NAT, Firewall, VPN, QoS, SNMP, автоматическая симуляция, редактирование соединений.

AUTOMATED INFORMATION SYSTEM FOR MODELING TCP/IP NETWORK STACKS

Sergey Mikhaylovich Guskov, Polukarov Danil Yuryevich
Samara University, Samara, Russia
guskovsergey36@gmail.com

Abstract. This paper presents an automated information system for modeling TCP/IP network stacks, serving as a modern alternative to commercial solutions such as Riverbed Modeler, which is no longer officially distributed in our country. The application enables users to create and edit network topologies via an interactive user interface and simulate packet transmission with support for dynamic routing, VLAN configuration, NAT, Firewall, VPN, QoS, and SNMP monitoring. The new version introduces an automatic simulation mode for generating traffic between devices and connection editing capabilities to adjust latency and bandwidth. The system collects detailed statistics, visualizes network

performance dynamics through charts, and provides CSV export functionality, making it a flexible and accessible tool for educational and research purposes.

Keywords: modeling, computer networks, TCP/IP, dynamic routing, VLAN, NAT, Firewall, VPN, QoS, SNMP, automatic simulation, connection editing.

В условиях стремительного развития информационных технологий и цифровой трансформации вопросы моделирования сетевых систем приобретают особую актуальность. Комплексное моделирование компьютерных сетей позволяет визуализировать и анализировать возможные проблемы, что сокращает необходимое время и затраты. Коммерческие решения, такие как Riverbed Modeler, традиционно применялись для имитационного моделирования, однако в нашей стране они официально не распространяются, что создаёт значительные трудности для образовательных учреждений. В связи с этим возникает необходимость разработки доступного и гибкого аналога, способного обеспечить все необходимые функции для выполнения лабораторных работ и проведения научных исследований.

Данная статья посвящена разработке автоматизированной информационной системы моделирования компьютерных сетей стека TCP/IP, которая объединяет в себе широкий набор возможностей: от создания и редактирования топологий с интерактивным пользовательским интерфейсом до симуляции передачи пакетов с динамической маршрутизацией, настройкой VLAN, NAT, Firewall, VPN, QoS и SNMP-мониторинга [1].

Архитектура системы и ключевые функции.

Система реализована на базе Windows Forms, с использованием языка программирования C#:

1. Модуль создания и редактирования топологий, позволяющий пользователю добавлять устройства (ПК, маршрутизаторы, коммутаторы, серверы) и устанавливать логические соединения с возможностью редактирования параметров (задержка и пропускная способность).
2. Модуль симуляции передачи пакетов, который моделирует передачу данных с учётом динамической маршрутизации, NAT, Firewall и QoS, реализуя анимацию перемещения пакетов.
3. Модуль сбора статистики и SNMP-мониторинга, который периодически собирает данные об отправленных и полученных пакетов, использовании CPU и памяти.
4. Модуль построения графиков с возможностью для одного или нескольких устройств.
5. Модуль экспорта отчётов, позволяющий сохранить собранную статистику в CSV-файл для дальнейшего анализа в Excel.
6. Модуль настройки сетевых протоколов. Включает функции динамической маршрутизации, настройки VLAN, NAT, Firewall, VPN, QoS и SNMP-мониторинга.

7. Интерфейс пользователя. Интерактивный UI с поддержкой перетаскивания объектов, контекстных меню и анимационных эффектов.

Экспериментальная часть.

Для демонстрации работы системы разработана тестовая топология, включающая: два динамических маршрутизатора, настроенных на обмен маршрутной информацией раз в пять секунд, два коммутатора, соединенные с ПК, сервер, расположенный в DMZ, моделирующий доступ из внешней сети через NAT и Firewall. Тестовая топология приведена на рисунке 1.

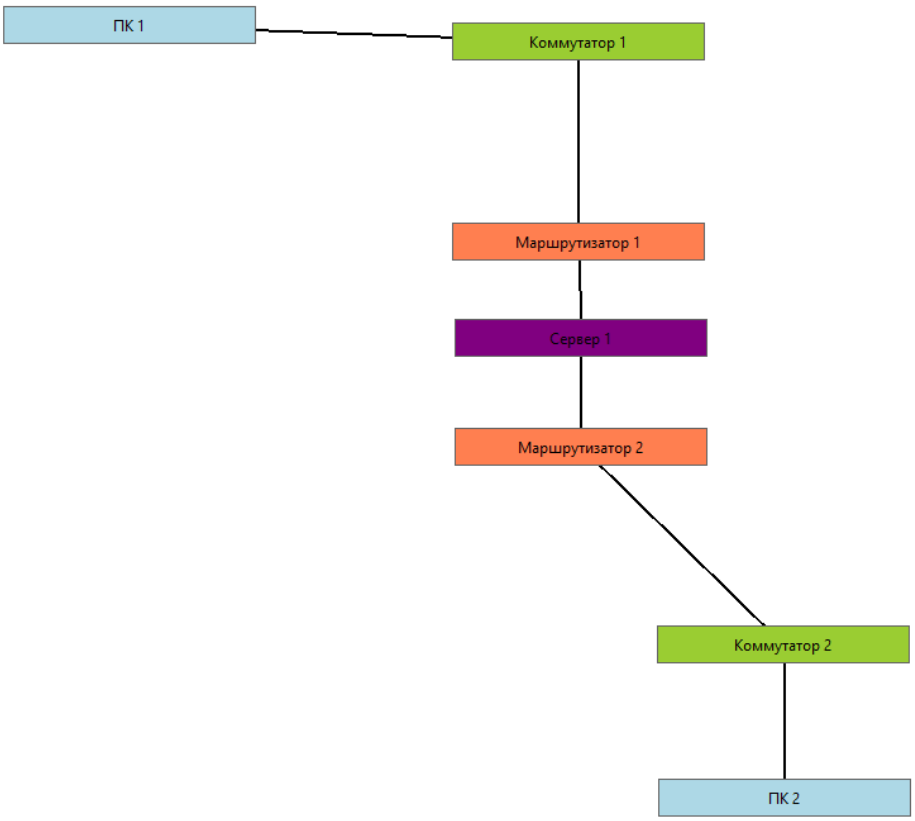


Рис. 1. Тестовая топология

Параметры симуляции приведены на рисунке 2.

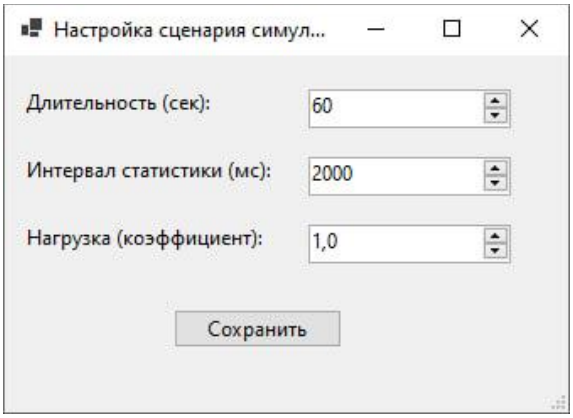


Рис. 2. Параметры симуляции

На рисунках 3-5 приведены графики ПК1 к ПК2 по количеству отправленных пакетов, полученных пакетов и использованию центрального процессора соответственно.

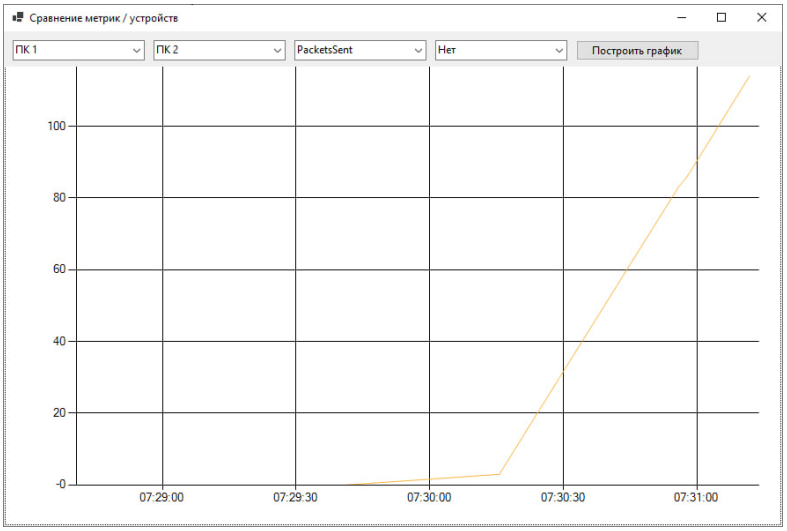


Рис. 3. График ПК1 к ПК2 по количеству отправленных пакетов

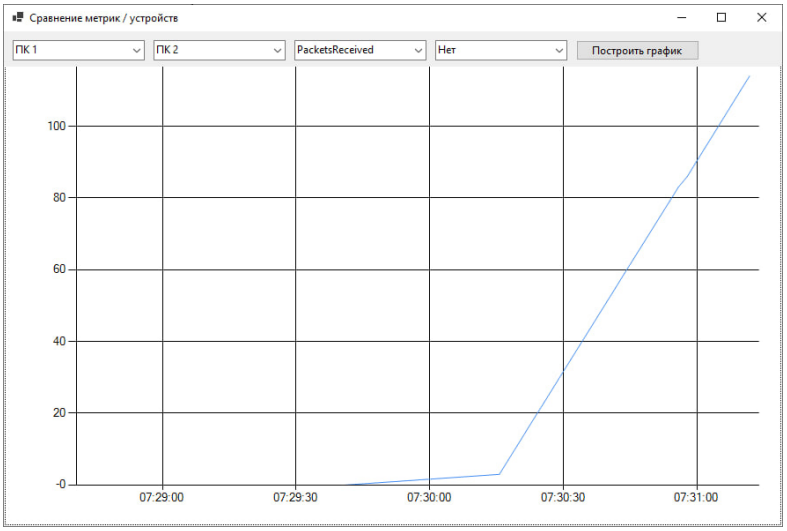


Рис. 4. График ПК1 к ПК2 по количеству полученных пакетов

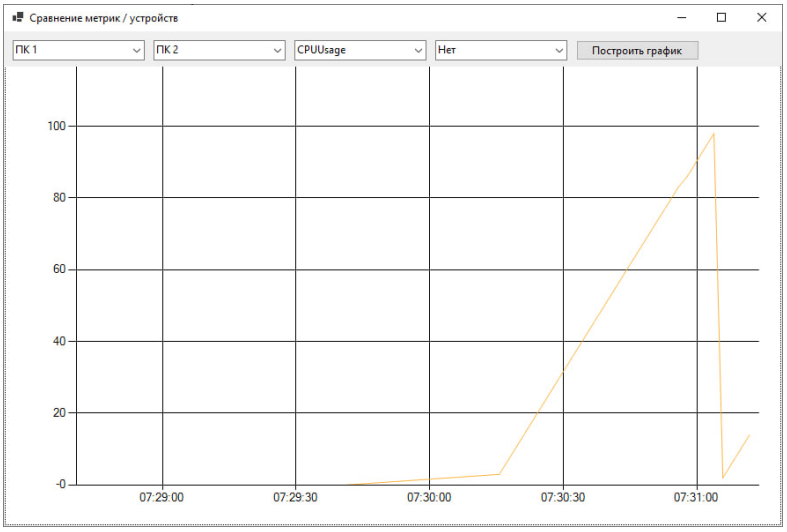


Рис. 5. График ПК1 к ПК2 по использованию ресурсов цп

На рисунке 6 изображен CSV-файл с экспортированной статистикой.

1	Device,Timestamp,PacketsSent,PacketsReceived,CPUUsage,MemoryUsage
2	РџРљ 1,19:55:22,0,3,0,3
3	РџРљ 1,19:55:24,0,7,0,7
4	РџРљ 1,19:55:26,0,11,0,11
5	РџРљ 1,19:55:28,0,15,0,15
6	РџРљ 1,19:55:30,0,19,0,19
7	РџРљ 1,19:55:32,0,23,0,23
8	РџРљ 1,19:55:34,0,27,0,27
9	РџРљ 1,19:55:36,0,31,0,31
10	РџРљ 1,19:55:38,0,35,0,35
11	РџРљ 1,19:55:40,0,39,0,39
12	РџРљ 1,19:55:42,0,43,0,43
13	РџРљ 1,19:55:44,0,47,0,47
14	РџРљ 1,19:55:46,0,51,0,51
15	РџРљ 1,19:55:48,0,55,0,55
16	РџРљ 1,19:55:50,0,59,0,59
17	РџРљ 1,19:55:52,0,63,0,63
18	РџРљ 1,19:55:54,0,67,0,67
19	РџРљ 1,19:55:56,0,71,0,71
20	РџРљ 1,19:55:58,0,75,0,75
21	РџРљ 1,19:56:00,0,79,0,79
22	РџРљ 1,19:56:02,0,83,0,83
23	РџРљ 1,19:56:04,0,87,0,87
24	РџРљ 1,19:56:06,0,91,0,91
25	РџРљ 1,19:56:08,0,95,0,95
26	РџРљ 1,19:56:10,0,99,0,99
27	РџРљ 1,19:56:12,0,103,0,103
28	РџРљ 1,19:56:14,0,107,0,107
29	РџРљ 1,19:56:16,0,111,0,111
30	РџРљ 1,19:56:18,0,115,0,115
31	РџРљ 1,19:56:20,0,119,0,119
32	РџРљ 2,19:55:22,3,0,3,0
33	РџРљ 2,19:55:24,7,0,7,0
34	РџРљ 2,19:55:26,11,0,11,0
35	РџРљ 2,19:55:28,15,0,15,0
36	РџРљ 2,19:55:30,19,0,19,0
37	РџРљ 2,19:55:32,23,0,23,0
38	РџРљ 2,19:55:34,27,0,27,0
39	РџРљ 2,19:55:36,31,0,31,0
40	РџРљ 2,19:55:38,35,0,35,0
41	РџРљ 2,19:55:40,39,0,39,0
42	РџРљ 2,19:55:42,43,0,43,0
43	РџРљ 2,19:55:44,47,0,47,0
44	РџРљ 2,19:55:46,51,0,51,0
45	РџРљ 2,19:55:48,55,0,55,0
46	РџРљ 2,19:55:50,59,0,59,0
47	РџРљ 2,19:55:52,63,0,63,0
48	РџРљ 2,19:55:54,67,0,67,0
49	РџРљ 2,19:55:56,71,0,71,0
50	РџРљ 2,19:55:58,75,0,75,0
51	РџРљ 2,19:56:00,79,0,79,0
52	РџРљ 2,19:56:02,83,0,83,0
53	РџРљ 2,19:56:04,87,0,87,0
54	РџРљ 2,19:56:06,91,0,91,0

Рис. 6. CSV файл с экспортированной статистикой

Обоснование экспериментальной части.

Разработанная система позволяет целиком повторить экспериментальную работу, аналогичную лабораторным работам по моделированию сетей:

1. Моделирование топологии с возможностью создания сложных сетевых схем;

2. Автоматическая симуляция трафика с учетом реальных параметров соединений (задержки, пропускная способность);

3. Сбор статистики в режиме реального времени, что позволяет наблюдать динамику работы сети;

4. Построение графиков для наглядного сравнения и анализа;

5. Экспорт данных для дальнейшей отчетности и анализа в Excel.

Экспериментальная часть работы демонстрирует, что разработанная система способна моделировать компьютерные сети стека TCP/IP с высокой детализацией. Проведённые симуляции показывают корректность работы динамической маршрутизации, возможность моделирования задержек и пропускной способности, а также сбор и визуализацию статистических данных. Сравнительный анализ графиков подтверждает, что изменение топологии (например, перемещение центрального коммутатора) влияет на задержки и производительность сети, что соответствует теоретическим ожиданиям. Таким образом, система является эффективным и доступным аналогом Riverbed Modeler для образовательных и исследовательских задач.

Источники

1. Барасаб М.А., Колесников А.В., Коннова Н.С. Моделирование компьютерных сетей // Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021.

УДК 004.9

ЦИФРОВОЙ СЛЕД И РЕПУТАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ: КАК ЗАЩИТИТЬ ЛИЧНОСТЬ В ЭПОХУ BIG DATA

Данилова Анна Алексеевна, Кривоносова Наталья Викторовна
ФГБОУ «СПбГУТ», г. Санкт-Петербург, Россия
smolyanova55@icloud.com, nataly.krivonosova@yandex.ru

Аннотация. в данной статье рассматриваются ключевые проблемы цифровой безопасности, связанные со стремительным увеличением объёма данных, а также способы защиты персональных данных. Основное внимание уделяется изучению актуальных угроз, таких как кибератаки и фишинговые атаки, и предлагаются практические советы по обеспечению безопасности в эру больших объёмов данных.

Ключевые слова: цифровой след, персональные данные, цифровой имидж.

DIGITAL FOOTPRINT AND REPUTATION MANAGEMENT: HOW TO PROTECT YOUR IDENTITY IN THE ERA OF BIG DATA

Danilova Anna Alekseevna, Krivonosova Natalya Viktorovna
SPbSUT, St. Petersburg, Russia
smolyanova55@icloud.com, nataly.krivonosova@yandex.ru

Abstract. In this article the key issues of digital security related to the rapid increase in the volume of data, as well as ways to protect personal data, are considered. It focuses on the study of current threats such as cyber attacks and phishing attacks, and offers practical tips for ensuring security in the era of large amounts of data.

Keywords: digital footprint, personal data, digital image.

В эпоху больших объёмов данных цифровой след стал важной составляющей жизни каждого человека. Цифровой след включает информацию, которую пользователи размещают в интернете: посты в социальных сетях, поисковые запросы, онлайн-транзакции, геоданные и многое другое. Эти данные формируют цифровую личность, которая может быть использована как во благо, так и во вред.

Актуальность темы обусловлена увеличением количества кибератак, утечек информации и случаев кибербуллинга, что делает управление цифровым следом крайне важным вопросом.

Цель данной статьи – изучить и проанализировать риски, связанные с цифровым следом, исследовать инструменты для его мониторинга и защиты, а также предложить рекомендации по формированию положительного цифрового имиджа.

Цифровым следом, также известным как цифровая тень или электронный отпечаток, являются данные, которые остаются после использования интернета. Он включает в себя посещённые веб-сайты, отправленные электронные письма и информацию, предоставленную в онлайн-формах. Цифровой след может быть использован для отслеживания действий человека и его устройств в интернете. Пользователи интернета активно или пассивно формируют свой цифровой след.

Активный цифровой след формируется, когда пользователь намеренно делится информацией о себе, публикует посты в социальных сетях, размещает сообщения на сайтах и форумах. Также этот след остаётся после заполнения онлайн-форм, подписки на рассылки и разрешения на использование файлов cookie в браузере.

Пассивный цифровой след возникает, когда информация о пользователе собирается без его участия. Например, веб-сайты отслеживают количество посещений, местоположение пользователей и их IP-адреса. Этот процесс скрыт от глаз пользователей, о нём они могут даже не подозревать. Ещё один пример использования пассивного следа – отслеживание рекламодателями лайков, репостов и комментариев в социальных сетях для создания профиля пользователя и демонстрации ему соответствующего контента.

Цифровые следы пользователя стабильны, могут влиять на цифровую репутацию человека, которая становится такой же значимой, как и реальная репутация. Киберпреступники могут использовать цифровые следы для фишинга, доступа к учётным записям или создания ложных профилей на основе ваших данных [1].

Современные работодатели часто изучают цифровые следы кандидатов, прежде чем принять решение о приёме на работу. По данным ведущего Агентства экономической информации «Прайм» (2024), примерно девять из десяти работодателей изучают социальные сети кандидатов при найме, чтобы оценить их манеру общения, узнать об интересах и взглядах на жизнь [2].

По данным стаффинговой группы ANCOR, основанной в 1990 году, предлагающей клиентам решения в области аутсорсинга HR-функций и бизнес-процессов, рекрутмента и консалтинга, «в России появилась новая профессиональная специализация: стандарт «Специалист по моделированию, сбору и анализу данных цифрового следа», утвержденный Министерством труда» [3].

По данным HeadHunter (2024), профили кандидатов просматривают 84% работодателей, а сервис для поиска работы и подбора персонала «Работа.ру» выяснил, что 45% компаний следят за своими сотрудниками в соцсетях [8].

К рискам, связанные с цифровым следом относятся утечки данных, кибербуллинг и утрата репутации. По данным InfoWatch, за первую половину 2024 года в России было зафиксировано около 1 миллиарда утечек персональных данных. Это на 34% больше, чем за аналогичный период прошлого года. Общее количество утечек увеличилось на 10% и составило 415 случаев. Это привело к росту случаев мошенничества и фишинга [5].

По результатам совместного исследования, проведенного платформой VK и компанией UXSSR, 57% российских пользователей социальных сетей сталкивались с кибербуллингом. По данным исследования Ditch the Label (2022), 37% молодых людей сталкивались с кибербуллингом, что негативно сказалось на их психическом здоровье и репутации [6].

Негативные материалы, такие как компрометирующие фото или посты, могут находиться в интернете долгое время. По данным одного из крупнейших агентств по подбору работы Superjob за 9 лет с момента проведения исследования в 2011 году в два раза выросло число увольнений из-за публикаций сотрудников в блогах и социальных сетях: 5% в 2011 году и 10% сегодня [7].

Контроль собственного цифрового следа позволяют осуществить Brand24 – инструмент мониторинга бренда или продукта для контроля онлайн-репутации, разработки Customer Journey Map, отслеживания эффективности PR и интернет-маркетинга; Mention – комплексное решение для отслеживания упоминаний в режиме реального времени.

Защита персональных данных и правовые аспекты вопроса регламентируются Федеральным законом № 152-ФЗ от 27.07.2006.

Организационные меры по защите персональных данных включают разработку и принятие локальных нормативных актов, назначение ответственных лиц, ознакомление сотрудников с законодательством и обучение персонала, организацию работы с субъектами персональных данных и контрагентами, а также контроль доступа к носителям данных.

Технические меры включают аттестацию информационной системы, управление доступом к данным, обеспечение целостности и сохранности данных, использование антивирусных программ и межсетевых экранов, а также регулярное изменение паролей и анализ защищённости рабочих терминалов и серверов.

Для эффективной защиты персональных данных и устройств от вредоносных программ и киберугроз необходимо обучение цифровой грамотности. Создание надёжных паролей помогает предотвратить несанкционированный доступ к аккаунтам и системам. Использование уникальных и сложных паролей, состоящих из комбинации букв, цифр и символов, затрудняет взлом аккаунтов. Регулярное обновление паролей также снижает риск взлома. Распознавание фишинговых атак позволяет пользователям обнаруживать и избегать мошеннических сообщений, ссылок и вложений, направленных на кражу личных данных или получение финансовой информации.

Обучение основам кибербезопасности, участие в тренингах и вебинарах по управлению цифровым следом помогают пользователям быть более бдительными и осторожными при использовании интернета и электронных устройств, анализировать свой цифровой след, выявлять потенциальные угрозы

и слабые места, а также разрабатывать стратегии для улучшения своей репутации.

Таким образом, цифровой след является важным аспектом современной жизни, влияющим на репутацию и безопасность личности, управление цифровым следом становится обязательным условием для успешной самореализации и защиты персональных данных.

Перспективы дальнейших исследований сосредоточены на совершенствовании методов сбора и обработки данных для анализа цифровых следов; использовании машинного обучения и искусственного интеллекта для повышения эффективности расследования; выявлении актуальных проблем и вызовов в области кибербезопасности при работе с цифровыми следами; предложении путей решения этих проблем и вызовов.

Источники

1. Столлингс В. Основы сетевой безопасности: приложения и стандарты. 2018.
2. Аналитики выяснили, сколько работодателей проверяют соцсети при найме [Электронный ресурс]. https://www.1prime.ru/20241011/sotsset-852117711.html (дата обращения 12.03.2025).
3. Российская газета: Новая профессия - специалист по анализу цифрового следа [Электронный ресурс]. https://www.ancor.ru/press/media/novaya-professiya-spetsialist-po-analizu-tsifrovogo-sleda/ (дата обращения 12.03.2025).
4. Хакеры получили доступ к данным 143 млн клиентов кредитного бюро Equifax [Электронный ресурс]. https://www.interfax.ru/business/578278 (дата обращения 12.03.2025).
5. В России в первом полугодии утекло почти 1 млрд персональных данных [Электронный ресурс]. https://www.infowatch.ru/company/presscenter/news/v-rossii-v-pervom-polugodii-uteklo-pochti-odin-milliard-personalnykh-dannykh (дата обращения 12.03.2025).
6. 57% россиян сталкивались с кибербуллингом. Почему это проблема. Как люди ведут себя и что может помочь [Электронный ресурс]. https://www.rbc.ru/life/news/654dfdeb9a79472d91e62168 (дата обращения 12.03.2025).
7. Увольнять из-за постов в соцсетях стали в два раза чаще [Электронный ресурс]. https://www.superjob.ru/research/articles/112536/uvolnyat-iz-za-postov-v-socsetyah-stali-v-dva-raza-chasche/ (дата обращения 12.03.2025).
8. Проверку не прошел: как работодатель проверяет ваш профиль в соцсетях [Электронный ресурс]. https://www.texterra.ru/blog/proverku-ne-proshel-kak-rabotodatel-proveryaet-vash-profil-v-sotssetyakh.html (дата обращения 12.03.2025).

УДК 004

ВНЕДРЕНИЕ ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ КЛЮЧЕВЫХ МЕТРИК КОМПАНИИ

Денисенко Вера Константиновна, Бушков Александр Сергеевич, Иванова Яна Евгеньевна
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
DenisenkoVK@mpei.ru, BushkovAS@mpei.ru, IvanovaYanY@mpei.ru

Аннотация. Статья описывает внедрение веб-сервиса мониторинга для оценки ключевых метрик компании с использованием Grafana, Zabbix и ELK-стека. Рассмотрены этапы проектирования, настройки дашбордов, интеграции с сервисами и автоматизации процессов через Ansible. Особое внимание уделено визуализации данных и анализу показателей, таких как количество заказов, время загрузки страниц и ошибки серверов. Результат – работоспособная система мониторинга, позволяющая оперативно выявлять проблемы, минимизировать простои и повышать прибыль.

Ключевые слова: инциденты, дашборд, мониторинг, оценка метрик, Grafana, Zabbix, ELK.

IMPLEMENTATION OF A WEB SERVICE FOR MONITORING AND EVALUATION OF THE COMPANY'S KEY METRICS

Denisenko Vera Konstantinovna, Bushkov Alexander Sergeevich, Ivanova Yana Evgenevna,
MPEI, Moscow, Russia
DenisenkoVK@mpei.ru, BushkovAS@mpei.ru, IvanovaYanY@mpei.ru

Abstract. The article describes the implementation of a web-based monitoring service to evaluate key company metrics using Grafana, Zabbix and ELK-stack. The stages of design, customisation of dashboards, integration with services and process automation via Ansible are considered. Special attention is paid to data visualisation and analysis of metrics such as number of orders, page load times and server errors. The result is a working monitoring system that allows you to quickly identify problems, minimise downtime and increase profits.

Keywords: incidents, dashboard, monitoring, metrics evaluation, Grafana, Zabbix, ELK.

Мониторинг системы играет важную роль в снижении рисков критических инцидентов на системе и контролем за ней. Основные проблемы, с которыми система может столкнуться в процессе эксплуатации, а также их отслеживание могут быть обеспечены с помощью мониторинга на основе сервиса Grafana – повышенная утилизация оперативной памяти может негативно повлиять на быстродействие системы. Высокая нагрузка на базу

данных способна вызвать значительное замедление её работы, что отразится на работоспособности сайта. Аналогично, повышенная нагрузка на сервер приложения может привести к замедлению его работы, ухудшая общую производительность. Увеличение времени отклика напрямую влияет на пользовательский опыт, что может вызвать отток клиентов. Накопление ошибок типа 5xx/4xx также негативно сказывается на взаимодействии пользователей с системой. Все указанные проблемы необходимо выявлять и фиксировать, для этого можно использовать настроенные дашборды с графиками и метриками, которые позволят хранить исторические данные о системе, отслеживать инцидент до его начала и дадут возможность проводить первичный анализ на основе данных.

В связи с вышеперечисленным можно определить концепцию работы с инцидентами на системах. Инцидентом является незапланированное прерывание или же снижение качества IT-услуги/сервиса/системы. Локализованы следующие виды инцидентов: деградация, недоступность, сбой функциональности. Инцидент не закрывается до тех пор, пока он не будет завершён. Завершением является – полное или частичное восстановление функционала, который влияет на пользовательский опыт и бизнес-процессы.

Внедрение веб-сервиса для мониторинга за системами и визуальное отображение критически важных метрик является важным этапом в анализе нормальной работы критически важных систем, благодаря которой повышается возможность выявить проблему в начале её появление, не дожидаясь влияния на пользователей.

Grafana – это сервис бизнес-аналитики, предназначенный для создания информационных панелей, который позволяет организациям визуализировать собранные данные, преобразуя их в наглядные элементы, которые можно разместить на дашбордах [1].

Kibana – это инструмент для визуализации и анализа данных Elasticsearch в рамках стека Elastic Stack, который позволяет создавать информационные панели, настраивать визуальные представления, генерировать интерактивную графику, отображать географические данные, анализировать взаимосвязи и выявлять аномалии с помощью машинного обучения.

На основе анализа в качестве основной платформы была выбрана Grafana, дополнительно было решено использовать Kibana на уровне бесплатного тарифа, так как её функционала достаточно для решения задач.

Задача мониторинга – визуализация ключевых показателей, что требует настройки сбора метрик и определения способов передачи данных [2]. Важными требованиями являются точность, достоверность и согласованность информации. Система должна поддерживать логирование для сохранения и анализа исторических данных. Результатом проекта станет работоспособный

мониторинг, обеспечивающий оптимальный сбор данных, высокое качество информации (полнота, точность, достоверность) и полное логирование.

Для реализации веб-сервиса мониторинга используются различные инструменты и компоненты, каждый из которых выполняет определённые задачи. Настройка дашбордов осуществляется через интерфейс сервиса.

Для выгрузки данных на дашборд используется JSON. Стек ELK (Elasticsearch, Logstash, Kibana) применяется для сбора логов и хранения исторических данных, обеспечивая централизованное протоколирование, поиск, анализ и визуализацию в реальном времени. Для сбора и хранения данных используется Zabbix [3], который выявляет проблемы с оборудованием, сайтами и приложениями. На машины устанавливается Zabbix Agent, а база данных Zabbix построена на PostgreSQL благодаря её открытому исходному коду и эффективной работе с большими объёмами.

Автоматизация задач выполняется с помощью Ansible Playbook, упрощающего процессы на удалённых машинах. Плейбуки написаны на YAML, легко читаются и переиспользуются. Для тестовой разработки используется WSL, позволяющий запускать Linux-окружение на Windows без виртуальных машин. Безопасность обеспечивается системой Qrator, защищающей на всех уровнях сетевой модели, включая уровень приложений, с возможностью подключения WAF Qrator для защиты высоконагруженных приложений. Балансировка нагрузки для TCP и HTTP реализована через HAProxy. На рис. 1 представлен макет дашборда интернет-магазина.

Рис. 1. Макет дашборда

Количество заказов – это показатель для сайта продаж, который позволяет отслеживать, сколько заказов было совершено за определённый период времени. Среднее время загрузки страниц является ключевым показателем с точки зрения пользовательского опыта, отражая скорость отклика страниц. Ошибки от Qrator предоставляют информацию о кодах ответов с ошибками, полученными от системы DDoS-защиты. Ошибки на HAProxy отображают данные из Elasticsearch, показывающие количество ошибок в логах прокси с кодами ответов 4xx и 5xx. Состояние кластера позволяет видеть текущее состояние нод в кластере интернет-магазина. CPU БД показывает нагрузку на процессор базы данных сайта. Количество активных сессий на БД отражает число активных сессий на базе данных. Блокировки БД отображают записи, заблокированные для изменений. I/O сетевой трафик БД показывает входящий и исходящий сетевой трафик базы данных.

Для настройки Zabbix на виртуальной машине используется Ansible. Перед установкой Zabbix требуется установить и настроить PostgreSQL для работы с TimeScaleDB. После установки Zabbix сервера и прокси выполняется миграция данных из MariaDB в PostgreSQL с использованием контейнеров. Процесс включает создание среды, копирование данных, подготовку профилей миграции и перенос конфигурации и исторических данных. Для инсталляции создаются каталоги для БД и конфигураций, запускаются контейнеры с MariaDB, Zabbix сервером и веб-интерфейсом, а также выполняется восстановление БД из резервной копии. Миграция в PostgreSQL осуществляется с помощью pgloader, подготавливаются конфигурационные файлы для переноса данных. После миграции запускаются контейнеры с Zabbix и веб-интерфейсом для PostgreSQL. Zabbix Agent устанавливается на Linux CentOS, так как пакет zabbix-agent отсутствует в стандартных репозиториях, добавляется репозиторий Zabbix. Zabbix Agent работает в фоновом режиме, обеспечивая сбор данных без взаимодействия с пользователем. Grafana интегрируется с Zabbix через встроенный плагин, что упрощает передачу данных. Выбирается источник данных – Zabbix, настраиваются основные параметры метрики. Задаётся название метрики и вид отображения – гистограмма «Graph (old)». Далее выбираются данные для передачи из Zabbix: общее количество ошибок 50x, а также ошибки 501, 502, 503, 504, рис. 2.

Рис. 2. Параметры выборки

В поле «Group» указывается семейство хостов, в поле «Host» выбирается конкретный хост, в поле «Application» указывается приложение (Qrator), а в поле «Item» выбирается показатель, настроенный в Zabbix. Итоговая метрика отображает выбранные данные, рис. 3.

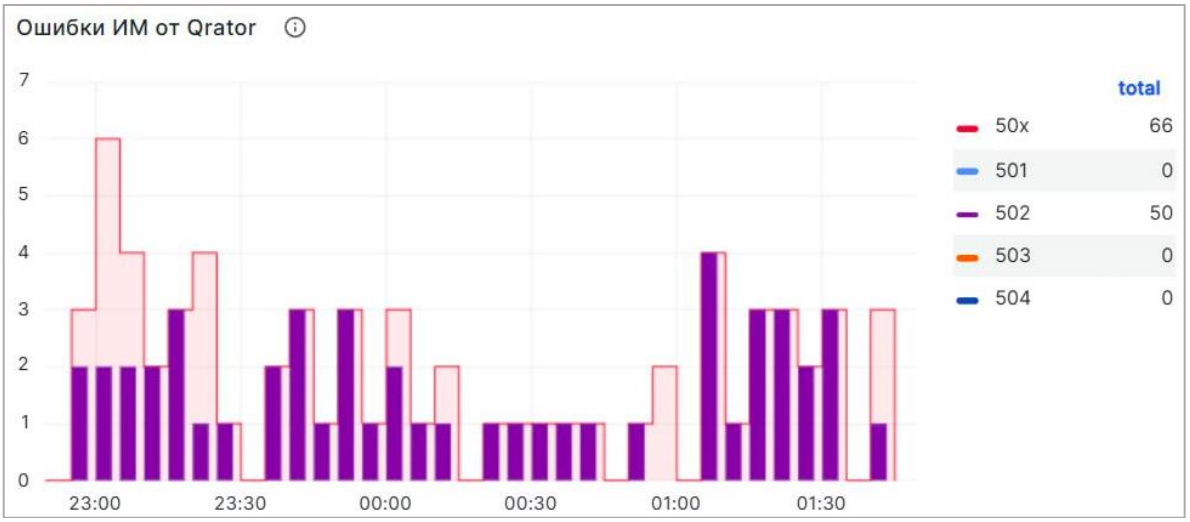


Рис. 3. Итоговый результат метрики

После настройки всех метрик формируется финальный дашборд, который соответствует требованиям и отображает всю необходимую информацию.

Итогом работы стали спроектированный дашборд с ключевыми метриками, установленное и настроенное программное обеспечение на серверах, а также отлаженная визуализация данных. Внедренный сервис позволяет компании эффективно предотвращать сбои, минимизировать потери от простоя системы и способствует увеличению прибыли.

Источники

1. Настройка дашбордов Grafana. [Электронный ресурс] https://grafana.com/docs/grafana/dashboards/builddashboards/modify-dashbord-set/ (дата обращения: 07.03.25).

2. Руководство по Zabbix [Электронный ресурс]. https://www.zabbix.com/documentation/4.2/ru/manual/ (дата обращения: 07.03.25).

3. Мониторинг с Grafana. Best practices [Электронный ресурс]. https://habr.com/ru/companies/karuna/articles/771134/ (дата обращения: 07.03.25).

УДК 332.1

ВЛИЯНИЕ 5G НА РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ И НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ БИЗНЕСА

Деркач Анастасия Андреевна, Кухаренко Лилия Валериевна
Краснодарский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Краснодар, Россия
nastyaderkach01@mail.ru

Аннотация. Данная статья поднимает вопрос влияния технологии беспроводной связи пятого поколения 5G на различные сектора экономики. Внедрение 5G является перспективным направлением, поэтому большее внимание уделялось оценке потенциальных выгод и проблем. Актуальные исследования и данные позволили провести качественный анализ, учитывая экономические и социальные аспекты внедрения 5G в экономику страны.

Ключевые слова: 5G технологии, промышленный интернет вещей, AR/VR технологии, облачные вычисления.

THE IMPACT OF 5G ON THE DEVELOPMENT OF THE DIGITAL ECONOMY AND NEW BUSINESS OPPORTUNITIES

Derkach Anastasia Andreevna[1], Kukharenko Lilia Valerievna[2]
Krasnodar Branch of Plekhanov Russian University of Economics, Krasnodar, Russia
[1]nastyaderkach01@mail.ru, [2]fam_kuhar@list.ru

Abstract. This article raises the issue of the impact of fifth-generation 5G wireless communication technology on various sectors of the economy. The introduction of 5G is a promising area, so more attention was paid to assessing potential benefits and challenges. Current research and data allowed for a qualitative analysis, taking into account the economic and social aspects of the introduction of 5G into the country's economy.

Keywords: 5G technologies, industrial Internet of Things, AR/VR technologies, cloud computing.

Развитие сетей сотовой связи началось около 40 лет назад, а каждое новое поколение развивает бизнес и позволяет открывать новые горизонты. Как только начали появляться сотовые сети, то первой отраслью, которая видоизменилась, стала телекоммуникационная. Далее началось формирование новой экономической среды посредством проникновения новых моделей производства и потребления в других отраслях за счет увеличения возможностей передачи данных и широкого распространения мобильного интернета.

Опираясь на данные эволюции поколений мобильной связи, отметим, что первое поколение 1G было ограничено аналоговой голосовой связью, второе поколение 2G - цифровой голосовой связью, а также текстовыми сообщениями (SMS). 3G открыло возможность к доступу в интернет – стали доступны базовые онлайн сервисы на мобильных устройствах. Основой для стриминговых площадок, социальных сетей и мобильного видеоконтента послужила высокая скорость интернета и стабильность соединения за счет появления 4G/LTE. Распространение цифровизации на все отрасли и предприятия стало возможным после появления технологии 5G [1]. Данная технология позволила передавать большой поток информации с высокой скоростью и обрабатывать данные в режиме реального времени за счет быстрого и гибкого подключения нескольких цифровых устройств одновременно. Сравнение технических характеристик стандартов мобильной связи рассмотрено в табл. 1 [2].

Таблица 1. Сравнение технических характеристик стандартов мобильной связи

Поколение (год введения)	Стандарт, максимальная скорость передачи информации	Задержка	Диапазон частот	Применение
1G, 1981г.	Аналоговый: до 2,4 кбит/сек	Менее 1000 мс	800 МГц	Голосовые звонки на ограниченное расстояние
2G, 1991г.	GSM: до 64 кбит/сек; GPRS (2,5G): до 171,2 кбит/сек; EDGE (2,75G): до 220 кбит/сек	300-1000 мс	900-1800 МГц	Голосовые звонки и роуминг, передача SMS и MMS, низкоскоростной обмен данными
3G, 2001г.	UMTS: до 384 кбит/сек; HSPA / HSPA+ (3,5G): до 2-10 Мбит/сек	100-500 мс	900-2100 МГц	Обмен мультимедиа, видеозвонки, доступ в Интернет на мобильных устройствах
4G, 2010г.	LTE / LTE-A / VoLTE: до 100 Мбит/сек	40-50 мс	800-2600 МГц	Доступ к высокоскоростному Интернету на устройствах, живые трансляции в HD-формате
5G, 2019г.	До 10 Гбит/сек	1-10 мс	600-6000 МГц	Интернет вещей (бытовой и промышленный), доступ к сверхскоростному Интернету на мобильных устройствах, сверхнадежные коммуникации

Когда 5G стало распространяться, то данная технология перестала быть преимуществом, она стала базовой потребностью и ресурсом для большинства отраслей. Производственные процессы, отрасли и экономика преобразуются под влиянием 5G, так как происходит цифровизация и внедрение информационно-коммуникационных технологий в основные бизнес-системы [3]. Инфраструктурной и технологической платформой для новых бизнес моделей и отраслевых сценариев развития являются технологии и сервисы сети сотовой связи нового поколения, так как формируют основу для цифровой трансформации.

В современном мире важным элементом цифровой экономики являются сети 5G. Для того чтобы происходило развитие цифровой экономики, необходимо постоянное совершенствование информационной структуры, а именно: технологий нового поколения, интернет вещей, облачных вычислений, больших данных, искусственного интеллекта. Отправной точной для создания такой инфраструктуры служит 5G, так как данная технология выступает в роли связующего звена, объединяя другие технологии.

В дальнейшем на технологию 5G возлагают следующие ожидания: стимулирование развития инфраструктурных элементов, цифровизация и интеллектуализация различных отраслей, содействие формирования межотраслевой инновационной экосистемы с участием общества.

Выделяют следующие преимущества для бизнеса при использовании 5G технологий:

– высокая скорость передачи данных. За счет обеспечения пропускной способности до нескольких гигабайт в секунду, технология позволяет мгновенно передавать большой объем информации;

– минимальная задержка информации. Данное преимущество категорически важно для таких областей как финансы, телемедицина и промышленное производство, так как задержка при передаче данных сокращается до миллисекунд;

– широкие возможности масштабирования. Открываются перспективы для развития умных городов и автоматизации производственных процессов за счет того, что новые технологии позволяют поддерживать большое количество устройств, подключенных к одной базовой станции;

– повышенный уровень безопасности. Снижается риск кибератак и утечки конфиденциальных данных за счет использования механизмов шифрования и аутентификации;

– стимулирование инноваций. Новые технологии 5G способствовали развития новых бизнес моделей, таких как виртуальная VR и дополненная AR реальностей.

Стоит обратить внимание, что перечисленные преимущества, лишь часть из возможных направлений использования сетей пятого поколения.

Несмотря на то, что технология 5G обладает большим количеством положительных качеств, также есть свои недостатки:

– высокие затраты на внедрение. Так как развертывание инфраструктуры и оборудования для поддержки сетей 5G требует больших вложений, это может стать препятствием для малого и среднего бизнеса;

– ограниченное покрытие. Исходя из данных на начало 2025 года, доступ к сети 5G есть только в крупных городах и не обеспечивает полного покрытия территории;

– повышенное энергопотребление. Базовые станции 5G требуют большего количеств электроэнергии, что является следствием увеличения эксплуатационных расходов для любого бизнеса;

– отсутствие широкой поддержки устройств. Не все смартфоны поддерживают технологию 5G, а это в свою очередь затрудняет ее массовое внедрение.

Внедрение инфраструктуры 5G актуально только для тех организаций, которые активно используют высокие технологии в своей деятельности, так как возможности связи пятого поколения выходят за рамки потребностей бизнеса на данном этапе.

Для промышленных предприятий развертывание сетей нового поколения открывает широкие возможности:

– автоматизация производственных линий;

– удаленное управление роботизировать и системами;

– мониторинг состояния оборудования в режиме реального времени.

Потенциальными рисками являются кибератаки на производственные системы и сбои в работе оборудования из-за проблем с сетевым подключением [4].

Также сети пятого поколения активно используются в здравоохранении, и применятся в следующих областях:

- использование телемедицинских технологий для консультаций в лечащим врачом;

- дистанционная диагностика;

- использование роботизированных систем для хирургических операций.

Логистические компании также активно внедряются технологии 5G:

- развитие беспилотного транспорта;

- оптимизация логистических процессов;

- повышение безопасности дорожного движения.

Несмотря на привлекательные перспективы, внедрение 5G связывают с рисками, касающимися отказоустойчивости и кибербезопасности [5].

Существующие средства связи в настоящее время могут обеспечивать необходимую пропускную способность, однако внедрение 5G позволяет исследовать новые горизонты для ключевых отраслей экономики.

Также стоит обратить внимание на преимущества и возможные недостатки и риски для бизнеса. Следуют подготовиться к возможным проблемам заранее, так как внедрение данной технологии позволит развивать бизнес, отрасли и экономику в целом быстрыми темпами.

Важным условием внедрения технологии нового поколения 5G является то, что должно присутствовать необходимое сетевое покрытие. К сожалению, в России данное покрытие присутствует только в крупных городах, без полного захвата территории. Это первоначальная проблема, которую необходимо решить. Однако это требует много времени и вложений.

Источники

1. Борзенко А.С., Борисов Б.П. Особенности развития сетей 5G в Российской Федерации // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. 2020. № 1. С. 179-180.
2. Горелов Н. А., Кораблева О. Н. Развитие информационного общества: цифровая экономика // М.: Юрайт. 2023. С. 242.
3. Ермакова А.В., Бабенко К.А., Мирошникова Н.Е. Текущее состояние и перспективы и перспективы развития сети 5G // Телекоммуникации и информационные технологии. 2021. № 1. С. 21-28.1.
4. Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Мобильные сети поколения 5G: перспективы применения // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 10. С. 2-7.
5. Чачис Д. Ю. Как технология 5G повлияет на маркетинг и бизнес // Вестник науки. 2023. №7 (64).

УДК 004.42

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СБОРА ДАННЫХ ИЗ ДИНАМИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ ФАЙЛОВОГО ХРАНИЛИЩА В РАМКАХ ЭКОСИСТЕМЫ GOOGLE

Игорь Дмитриевич Дзенаускас, Геннадий Николаевич Смородин
СПБГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Россия
virec333@gmail.com

Аннотация. В данной работе описывается проектирование и реализация автоматизированной системы сбора данных из файлов размещаемых и активно обновляемых на Google Диске, и обобщаемых в Google Tables. Описывается использование внутренних API Google, в частности Google Apps Script, для создания системы, которая является гибкой и масштабируемой в том, как она может обрабатывать и агрегировать информацию из разнородных источников. Особое внимание уделяется процессам и особенностям организации данных, их динамическому обновлению и интеграции с функциональностью Google Таблиц для своевременной передачи актуальной информации.

Ключевые слова: сбор данных, динамическое хранилище, Google Диск, Google Таблицы, Apps Script, внутренний API, автоматизация.

SOLVING THE PROBLEM OF COLLECTING DATA FROM DYNAMICALLY CHANGING FILE STORAGE WITHIN THE GOOGLE ECOSYSTEM

Igor Dzenauskas, Gennady N. Smorodin
Bonch-Bruevich St. Petersburg State University of Telecommunication, St. Petersburg, Russia
virec333@gmail.com

Abstract. This paper describes the design and implementation of an automated system for collecting data from files placed and actively updated in Google Drive, and summarized in Google Tables. It describes how to use Google's internal APIs, specifically Google Apps Script, to create a system that is flexible and scalable in how it can process and aggregate information from heterogeneous sources. Particular attention is paid to the processes and features of data organization, their dynamic updating and integration with the functionality of Google Sheets for the timely transfer of up-to-date information.

Keywords: data collection, dynamic storage, Google Drive, Google Sheets, Apps Script, internal API, automation.

Современные организации и образовательные учреждения сталкиваются с необходимостью работы с большими объемами данных, распределенных по различным файловым хранилищам. Часто такие данные находятся в динамически изменяющемся состоянии, что требует от систем автоматизированного сбора и анализа информации высокой адаптивности и оперативности. В рамках экосистемы Google одним из эффективных инструментов для реализации подобных задач является Google Apps Script, который предоставляет возможность взаимодействия с Google Таблицами, Google Диском и другими сервисами посредством внутренних API [1-3].

Описание решения.

Инициализация и настройка**.** Работа скрипта начинается с определения текущего документа Google Таблиц, имя которого содержит информацию о дисциплине и группе. Используются константы для задания идентификатора корневой папки, названий листов и имени листа с исходными данными.

Поиск и валидация папок**.** Имя документа разбивается на части (дисциплина и группа), по которым осуществляется поиск папок на Google Диске. Если папки отсутствуют, система уведомляет об ошибке через интерфейс.

Сбор и агрегация данных**.** Для каждой найденной папки скрипт обрабатывает файлы заданий, преобразуя файлы Excel в формат Google Таблиц. Данные считываются с листа «Participant Data» и агрегируются с сохранением контекста (имя подпапки, ссылка на файл) [4].

Пример реализации.

Функция readAndAggregateValues реализует основную логику поиска и обработки папок. Сначала она разбивает название текущего документа на части (дисциплина и группа). Это показано на рисунке 1.

```
var parts = splitFileName(currentFileName);
```

Рис. 1. Разбиение имени документа на части

При менее двух словах в названии выводится сообщение об ошибке. Затем осуществляется поиск папок первого и второго уровней. Этот процесс представлен на рисунке 2:

```
var folder1 = findFolderByName(rootFolder, folderName1);
if (!folder1) {return summaryMessages.join("\n");}

var folder2 = findFolderByName(folder1, folderName2);
if (!folder2) {return summaryMessages.join("\n");}
```

Рис. 2. Поиск и проверка папок на Google Диске

Функция readDataFromFile открывает указанный файл Google Таблиц, проверяет наличие листа «Participant Data» и считывает из него данные, добавляя контекст о происхождении записей (рисунок 3).

```
var fileSpreadsheet = SpreadsheetApp.openById(finalFileId);
var partSheet = fileSpreadsheet.getSheetByName(CONFIG.PARTICIPANT_SHEET_NAME);
var dataPart = partSheet.getDataRange().getValues();

for (var i = 1; i < dataPart.length; i++) {
  dataRows.push(dataPart[i].concat(subfolderName, fileUrl));
}
```

Рис. 3. Чтение и обработка данных из файла

В качестве преимущества данного решения можно отметить гибкость и масштабируемость в рамках Google экосистемы, динамическое отслеживание и реакцию на изменения файлов данных, наглядность интерфейса пользователя.

Использование Google Apps Script и API Google Таблиц позволяет создать эффективную систему динамического сбора данных, способную оперативно реагировать на изменения и минимизировать ручной труд.

Источники

1. Документация Google Apps Script [Электронный ресурс]. https://developers.google.com/apps-script.

2. Документация Google Таблиц [Электронный ресурс]. https://support.google.com/docs/.

3. Руководство по работе с Google Диском и API [Электронный ресурс]. https://developers.google.com/drive.

4. Попов А.Ю., Ремез М.В. Автоматизация сбора данных в облачных системах на базе Google // Информатика в цифровой экономике. 2022.

УДК 004.9:338.465.4

АНАЛИЗ БИЗНЕС АРХИТЕКТУРЫ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИИ-АГЕНТОВ

Дмитриев Максим Сергеевич,
ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия
dmitmax2002@yandex.ru

Аннотация. В данной статье приведен анализ бизнес архитектуры мобильных приложений с использованием ИИ-агентов. Рассматриваются приложения для решения проблем в сфере социального предпринимательства. Предлагаются варианты монетизации данных приложений.

Ключевые слова: мобильное приложение, нейросети, функционал, монетизация, ИИ-агент, социальные потребности, компьютерное зрение, бизнес проекты

ANALYZING THE BUSINESS ARCHITECTURE OF MOBILE APPLICATIONS USING AI AGENTS

Dmitriev Maxim Sergeevich
Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia
dmitmax2002@yandex.ru

Abstract. This article provides an analysis of the business architecture of mobile applications using AI agents. Applications for solving problems in the field of social entrepreneurship are considered. Monetization options for these applications are offered.

Keywords: mobile application, neural networks, functionality, monetization, AI-agent, social needs, computer vision, business projects

В настоящее время мир всё интенсивнее начинает развиваться в сторону создания и развития мобильных приложений, в отличие от классических WEB-приложений. Создано большое количество различных мобильных приложений, которые своей функциональностью способны удовлетворить разнообразные потребности пользователей и решать широкий спектр задач. В последнее время также набирает популярность тенденция внедрять в разработки т.н. ИИ-агентов. Это программы, использующие искусственный интеллект для выполнения некоторых задач с целью автоматизации процессов [1]. Однако, несмотря на прогресс, остаются нерешённые проблемы [2]. Рассмотрим некоторые из них и попытаемся описать возможные пути их преодоления.

Самые частые проблемы, с которыми сталкиваются люди, являются бытовыми, связанными с жильём. Каждый месяц нужно платить счета, иногда требуется помощь по дому специалистов (сантехников, электриков и т.п.). Однако до сих пор все эти функции выполняются в разных местах, что доставляет большое неудобство жильцам. Хорошим решением было бы создание мобильного приложения, которое соединяло бы в себе все эти функции. Функционал приложения должен включать в себя возможность оплаты ЖКХ, заказа основных (бесплатных, входящих в обязанности УК) и дополнительных (платных услуг различных специалистов) услуг, просмотр камер видеонаблюдения и камер с домофона и парковки, если таковые имеются, просмотр объявлений от УК и внутренний чат жильцов. В это приложение можно внедрить искусственный интеллект для распознавания свободных мест на парковке. С помощью компьютерного зрения и анализа изображений ИИ сможет анализировать количество свободных и забронированных мест на парковке, что позволит в моменте определить возможность поставить машину на парковочное место. Также нейросети могут модерировать чаты жильцов для обеспечения порядка во время онлайн-бесед.

У каждого подобного приложения должна быть возможность монетизации, а иначе никто его разрабатывать не будет. У предложенного варианта монетизацию можно осуществить путём взятия определённой маржи с платных услуг, которые будут заказывать жильцы. Ещё такое приложение может служить как место размещения рекламы. Нужно включить в него возможность показа жильцам точек торговли товарами, либо услугами. Такое сотрудничество можно организовать в виде партнёрской программы. Организации, которые хотят иметь побольше клиентов заключают договор с УК и их объявления появляются в приложении. Можно пойти ещё дальше и добавить в приложение, например, скидочные купоны от организаций в виде QR-кодов. Тогда можно будет отслеживать точное количество клиентов, пришедших от приложения, и, вычисляя общие траты, брать за них процент с организаций. Распределение сведений о таких организациях и акциях внутри приложения можно поручить ИИ-агенту. Он сможет анализировать историю использований этого функционала и подбирать наиболее предпочтительные предложения для пользователя. Как итог, у УК появляется новый источник дохода, а у компаний – новый источник клиентов [3].

Одной из давно назревших проблем являются живые очереди в поликлиниках. Зачастую у людей нет времени стоять в таких очередях, необходимо быстро пройти обследование. Для решения этой проблемы можно создать приложение, которое будет отслеживать примерное количество людей в очереди с помощью искусственного интеллекта. Тогда человек сразу сможет понять, быстро он попадёт к специалисту или же нет. В качестве альтернативы

обычной очереди можно ввести платную в отдельный кабинет. Таким образом, те, у кого есть реальна необходимость провести приём в сжатые сроки, получат возможность за отдельную плату пройти быстрее. Это также будет дополнительным источником дохода для поликлиники. Необходимо переработать систему записи к врачу, имеющуюся в существующем аналоге. Приложение «Госуслуги РТ» предоставляет функционал записи к доктору. Периодически для каждого врача обновляется набор тайм-слотов, доступных для записи. Однако довольно часто эти слоты пропадают в первые же минуты появления, однако по факту в больнице в период этих слотов у кабинета наблюдается пустота. Искусственный интеллект смог бы отслеживать такие казусы и помогать людям, не успевшим записаться к врачу, узнавать, свободен ли сейчас специалист и можно ли к нему подойти. Таким образом, это позволит контролировать и избегать возможных махинаций с слотами для записи.

Ещё одним способом монетизации такого приложения может быть включение каталога платных услуг. Люди смогут пользоваться в обычных поликлиниках услугами, не предусмотренными полисом ОМС, записываясь к специалисту в приложении, а не в регистратуре. Сюда же можно добавить ИИ-помощника для подбора необходимого специалиста.

В наследство от Советского Союза нашей стране досталось множество спортивных организаций. Некоторые из них продолжают работать до сих пор на бюджетной основе. Однако о таких спортивных центрах детям и их родителям мало что известно. Для развития физической культуры в нашей стране нужно начинать с детей, прививать им любовь к спорту. Однако не всегда у родителей есть средства, чтобы обеспечить ребёнка занятиями в платных секциях. Если бы было мобильное приложение, в котором были собраны все данные о секциях, присутствовала возможность записи в секцию, отслеживания успехов ребёнка, ведение личного дневника, то это сделало бы спорт более доступным и привлекательным среди детей. ИИ-агент в приложении мог выполнять функции стандартного фитнес-приложения. Он может предлагать информация о здоровом питании для юного организма, помогать тренерам в составлении программы тренировок и, наконец, быть обычным чатом-помощником для пользователей [1].

Можно подумать, что такое приложение не поддаётся монетизации, однако есть ряд возможностей получать некоторый доход. Во-первых, само приложение может быть государственной инициативой. Одной из важнейших государственных повесток является пропаганда здорового образа жизни, особенно среди молодёжи. Если создать мобильное приложение, то юное поколение быть относиться к спорту с большей лояльностью. Во-вторых, можно внедрить донатную систему для сбора средств в пользу подобных бюджетных организаций. Тогда спортивные центры смогут получить

дополнительную поддержку от населения и развиваться, улучшая тем самым качество оказываемых спортивных услуг [3].

Внедрение искусственного интеллекта во все сферы нашей жизни, в том числе и в мобильные приложения, является быстрорастущим трендом, который не думает останавливаться. ИИ-трансофрмация уже автоматизировала множество бизнес-процессов в крупных компаниях. Внедрение ИИ в мобильные приложения также происходит довольно быстро. Многие торговые приложения используют рекомендательные системы на основе ИИ, банковские приложения отслеживают полную историю действий пользователя для предложения наиболее выгодного продукта, искусственные помощники в виде чат-ботов есть уже почти в каждой программе. Однако до сих пор остаётся множество социальных потребностей, для удовлетворения которых проекты так и не разработаны. Несмотря на кажущуюся убыточность таких приложений, всё же есть неплохие способы их монетизировать. Более того, сейчас существуют инструменты с встроенным искусственным интеллектом, помогающие ускорить и удешевить разработку таких приложений. Речь идёт об IDE со встроенным ИИ-ассистентом. Такие программы могут писать большую часть кода вместо программиста. Вкупе с квалифицированным специалистом такие программы смогут увеличивать темпы выпуска программного обеспечения, всё быстрее приближая время решения важных общественных проблем.

Источники

1. ИИ-агенты: что это такое и как они работают [Электронный ресурс]. https://trends.rbc.ru/trends/industry/67b7998a9a794785b9bfe3d9 (дата обращения 26.03.2025).

2. Буянова А.В. Проблемы социального предпринимательства // Социально-политические науки. 2015. № 4. С. 92-95.

3. Кметь Е.Б. Учет поведения пользователей в совершенствовании модели монетизации мобильных приложений // Практический маркетинг. 2021. № 7.

УДК 004:339.9

ВЛИЯНИЕ ИТ-ИННОВАЦИЙ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Дронина Александра Александровна, Коврижных Ольга Евгеньевна
КГЭУ, г. Казань, Россия
aleksandradronina@yandex.ru

Аннотация. В эпоху глобальной цифровизации информационные технологии (ИТ) играют ключевую роль в преобразовании экономических систем. ИТ-инновации, под которыми понимается внедрение новых или совершенствованных технологических решений, повышают эффективность экономики, экономят ресурсы и уменьшают вред, который люди наносят окружающей среде. В данной статье рассматриваются сущность ИТ-инноваций, их роль в обеспечении устойчивого развития экономических систем, примеры практического применения.

Ключевые слова: цифровизация, цифровая экономика, ИТ-инновации, Индустрия 4.0, IoT, Big Data

THE IMPACT OF IT INNOVATIONS ON THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ECONOMIC SYSTEMS

Dronina Alexandra Alexandrovna, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
aleksandradronina@yandex.ru

Abstract. In the era of global digitalization, information technology (IT) plays a key role in transforming economic systems. IT innovations, which are understood as the introduction of new or improved technological solutions, increase the efficiency of the economy, save resources and reduce the harm that people cause to the environment. This article examines the essence of IT innovations, their role in ensuring the sustainable development of economic systems, practical application examples.

Keywords: digitalization, digital economy, IT innovation, Industry 4.0, It, Big Data

На сегодняшний день деятельность предприятий осложняется нестабильной мировой обстановкой: растущей политической и экономической неопределенностью, сменой цепочек поставок и расширением сбытовых рынков. В таких условиях выбор адекватных решений, основанных на внедрении и использовании ИТ-инноваций, становится ключевым фактором обеспечения устойчивого экономического развития.

Подавляющее большинство предприятий в текущих условиях вынуждены обновлять ассортимент и номенклатуру товаров, улучшать потребительские характеристики продукции, а также искать инновационные решения для обеспечения устойчивого развития. Трансформация бизнес-процессов направлена, прежде всего, на оптимизацию расходов, повышение качества удовлетворения потребностей клиентов, стабилизацию финансового состояния и формирование долгосрочных конкурентных преимуществ. В этих условиях особую значимость приобретает грамотная и эффективная коммерциализация ИТ-инноваций, которая должна учитывать потребности рыночной среды и обеспечивать баланс интересов производителей и потребителей.

В связи с этим возрастает актуальность исследования проблем, связанных с повышением эффективности управления коммерциализацией ИТ-инноваций. Учет интересов всех участников экономической системы – производителей, потребителей и общества в целом – становится необходимым условием для достижения устойчивого развития. Внедрение ИТ-инноваций должно быть направлено не только на получение краткосрочной прибыли, но и на создание долгосрочных ценностей, таких как снижение экологического воздействия, повышение социальной ответственности и обеспечение экономической стабильности [1].

ИТ-инновации становятся инструментом, позволяющим предприятиям адаптироваться к изменяющимся условиям, минимизировать риски и обеспечить устойчивое развитие. ИТ-индустрия, являясь одной из наиболее динамичных и инновационных отраслей, играет ключевую роль в обеспечении устойчивого развития экономических систем. Ее можно разделить на три основных сегмента: производство ИТ-оборудования, предоставление ИТ-услуг и разработка программного обеспечения. Каждый из этих сегментов вносит свой вклад в формирование устойчивой экономики, однако их влияние и потенциал различаются в зависимости от уровня развития страны и ее экономической стратегии [2].

В современном мире, где информация стала одним из самых ценных активов, кибербезопасность выходит на передний план. В условиях постоянного роста числа кибератак и утечек данных компании и организации вынуждены инвестировать значительные ресурсы в защиту своих информационных систем. Особенно это актуально для финансового сектора, где каждая транзакция должна быть защищена от злоумышленников. Внедрение современных решений в области кибербезопасности, таких как многофакторная аутентификация и шифрование данных, не только укрепляет защиту, но и создает атмосферу доверия между клиентами и финансовыми учреждениями. В здравоохранении, где конфиденциальность информации пациентов имеет первостепенное значение, киберзащита становится не просто

необходимостью, а вопросом жизни и смерти. Защита электронных медицинских записей от кибератак позволяет медицинским учреждениям сосредоточиться на своей главной задаче – заботе о пациентах, а не на борьбе с угрозами. Таким образом, кибербезопасность не просто защищает данные; она создает основу для устойчивого роста и доверия в экономике, позволяя компаниям развиваться в условиях цифровой эпохи [3].

Переходя от защиты данных к их эффективному использованию, нельзя не упомянуть о роли больших данных (Big Data) в современной экономике. Компании собирают огромные объемы информации о своих клиентах, их предпочтениях и поведении. Но как извлечь из этого массива данных полезную информацию? Здесь на помощь приходит аналитика больших данных. Представьте себе маркетолога, который благодаря анализу данных может точно определить потребности своей аудитории и создать персонализированные предложения. Это не просто улучшает опыт клиентов, но и значительно увеличивает шансы на успешные продажи. В здравоохранении большие данные помогают врачам выявлять тенденции заболеваний и разрабатывать новые методы лечения на основе анализа медицинской статистики. Кроме того, в спортивной индустрии команды используют аналитику данных для оптимизации тренировочных процессов и стратегий игры. Каждое движение игрока фиксируется и анализируется, что позволяет тренерам принимать более обоснованные решения. Таким образом, большие данные открывают новые горизонты для бизнеса и общества в целом, позволяя принимать более обоснованные решения и предсказывать будущие тенденции [4].

Однако сбор и анализ данных – это лишь часть цифровой трансформации. Не менее важным является автоматизация процессов, которая становится возможной благодаря развитию робототехники. Робототехника и автоматизация становятся важнейшими двигателями прогресса в различных отраслях. В производственном секторе внедрение промышленных роботов трансформирует традиционные методы работы. Представьте себе завод, где машины работают с высокой скоростью и точностью, выполняя рутинные задачи, которые ранее требовали человеческого труда. Это не только увеличивает производительность, но и снижает затраты на рабочую силу. Однако влияние робототехники не ограничивается только производством. В сельском хозяйстве автоматизированные системы становятся незаменимыми помощниками фермеров. Дроны, оснащенные камерами и датчиками, могут мониторить состояние посевов, определяя, где требуется дополнительный полив или удобрения. Это значительно повышает урожайность и снижает затраты на ресурсы. Таким образом, робототехника и автоматизация не только повышают эффективность производственных процессов, но и открывают новые

горизонты для устойчивого развития сельского хозяйства, позволяя нам более рационально использовать природные ресурсы [5].

Таким образом, ИТ-инновации играют ключевую роль в обеспечении устойчивого развития экономических систем. Экономические преимущества цифровой трансформации находят отражение в различных аспектах деятельности компаний, что является необходимым условием для их успешного функционирования в условиях быстро меняющегося мира [6], позволяя предприятиям адаптироваться к изменяющимся условиям, минимизировать риски и создавать новые возможности для роста. В будущем роль технологий будет только возрастать, открывая новые горизонты для экономического и социального прогресса.

Поэтому крайне необходимо продолжать инвестировать в исследования и разработки, развивать человеческий капитал и создавать благоприятные условия для внедрения инноваций. Только в этом случае можно обеспечить баланс между экономическим ростом, социальной ответственностью и экологической устойчивостью.

Источники

1. Боднар А.В. Концепция управления коммерциализацией ит- инноваций по показателям согласования интересов производителя и потребителя // Новое в экономической кибернетике. 2017. № 2. С. 30-41.
2. Шафранская Ч.Я. Информационные технологии (ИТ) как драйвер развития мировых экономик // Цифровая трансформация как вектор устойчивого развития: материалы V Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 2023. С. 80-83
3. Бойченко О.В. Кибербезопасность в цифровизации экономики // Теория и практика экономики и предпринимательства: XVI Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция, Симферополь-Гурзуф, 2019. С. 7-10.
4. Савина С.В. Технологии BIGDATA и их применение в экономике // Самоуправление. 2019. Т. 2, № 3(116). С. 282-285.
5. Акимов А.В. Промышленная робототехника: мировые экономические тенденции развития // Станкоинструмент. 2020. № 1(18). С. 74-81.
6. Коврижных О.Е., Вячина И.Н. Экономические преимущества цифровой трансформации учёта прибыли с рейсов транспортной организации // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 11. № 10(151). С. 85-91.

УДК 004.94

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ПРЕДПРИЯТИЙ: СЦЕНАРИЙ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Дронина Александра Александровна, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
aleksandradronina@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается концепция цифровых двойников предприятий как инструмента цифровой трансформации, позволяющего моделировать, анализировать и оптимизировать бизнес-процессы в реальном времени. Особое внимание уделяется подходам к построению цифровых двойников, их интеграции с потоками создания стоимости и практическим сценариям применения. На примере производственного предприятия показано, как цифровой двойник помогает адаптироваться к изменениям внешней среды и принимать обоснованные решения.

Ключевые слова: цифровой двойник, поток создания стоимости, цифровая трансформация, имитационное моделирование, оптимизация процессов, Industry 4.0.

DIGITAL TWINS OF ENTERPRISES: ENTERPRISE DEVELOPMENT SCENARIO

Dronina Alexandra Alexandrovna, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Kazan, Russia
aleksandradronina@yandex.ru

Abstract. The article discusses the concept of digital twins of enterprises as a digital transformation tool that allows modeling, analyzing and optimizing business processes in real time. Special attention is paid to approaches to building digital twins, their integration with value streams and practical application scenarios. Using the example of a manufacturing enterprise, it is shown how a digital twin helps to adapt to changes in the external environment and make informed decisions.

Keywords: digital twin, value stream, digital transformation, simulation modeling, process optimization, Industry 4.0.

В условиях цифровой трансформации промышленности цифровые двойники становятся ключевым инструментом управления предприятиями. собую ценность представляют рекомендательные системы для эксплуатации оборудования, где цифровые двойники, интегрированные с производственными системами, предоставляют операторам оптимальные режимы работы на основе

математических моделей. Например, на ТЭЦ такие системы позволяют корректировать тепловые режимы котлоагрегатов в реальном времени, достигая снижения энергопотребления на 10–15% [5].

Эта технология представляет собой виртуальные модели физических объектов, процессов или систем, синхронизированные с реальными аналогами через интернет вещей, искусственный интеллект и облачные вычисления. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения операционной гибкости производственных систем и минимизации экономических рисков в условиях глобальной конкуренции.

Цифровой двойник представляет собой сложную киберфизическую систему, состоящую из трех взаимосвязанных компонентов: физического объекта с системой сенсорного мониторинга, виртуальной модели с аналитическими модулями и системы двусторонней связи, обеспечивающей их синхронизацию [4].

В промышленной практике принято выделять три типа цифровых двойников в зависимости от масштаба моделируемого объекта (рис. 1) [3]. Продуктовые двойники ориентированы на моделирование отдельных изделий, таких как турбины или двигатели. Процессные двойники предназначены для виртуального представления технологических операций, включая литье и сварку. Наиболее сложными являются системные двойники, охватывающие целые предприятия или производственные комплексы.

Рис. 1. Классификация цифровых двойников

Процесс создания цифрового двойника представляет собой последовательность взаимосвязанных этапов. Первоначальный этап предполагает разработку виртуального представления физического объекта с использованием CAD-систем, включающего три взаимодополняющих уровня: компонентный (геометрические и физические характеристики), поведенческий (анализ взаимодействия с пользователем) и нормативный (прогностические модели оптимизации).

Следующим критически важным этапом является обработка данных, где осуществляется интеграция информации из различных источников, включая параметры окружающей среды и технологические процессы. Применение

технологий искусственного интеллекта на этом этапе позволяет выявлять скрытые закономерности и автоматизировать процесс принятия решений.

Особое значение имеет этап моделирования поведения продукта в виртуальной среде с использованием технологий VR, что дает возможность тестировать различные сценарии до физического создания изделия. Управление реальным объектом осуществляется через систему сенсоров и исполнительных механизмов, дополненную технологиями дополненной реальности.

Завершающим этапом методологии является организация замкнутого цикла обратной связи, когда данные о фактической эксплуатации объекта используются для постоянного совершенствования виртуальной модели. Такая итеративная процессная модель обеспечивает непрерывное развитие цифрового двойника в соответствии с изменениями реального объекта [3].

Ключевым элементом системы управления предприятием является поток создания стоимости, который представляет собой совокупность взаимосвязанных бизнес-процессов. Каждый процесс состоит из набора задач, результатом решения которых становится конкретный бизнес-продукт. Цифровой двойник позволяет анализировать эффективность каждого этапа создания стоимости и оптимизировать производственные цепочки на основе данных виртуального моделирования [1,2].

Практический пример демонстрирует применение цифрового двойника на предприятии электронной промышленности. При 20%-ном росте цен на микросхемы технология позволила смоделировать альтернативные сценарии, включая замену компонентов и перенастройку оборудования, оценить влияние изменений на логистические и маркетинговые процессы, а также сократить время вывода модифицированного продукта на рынок.

Управление предприятием через цифровые двойники требует целостного представления всех элементов системы. На рис. 2 представлена архитектура взаимодействия, где сценарий развития выступает интеграционным ядром.

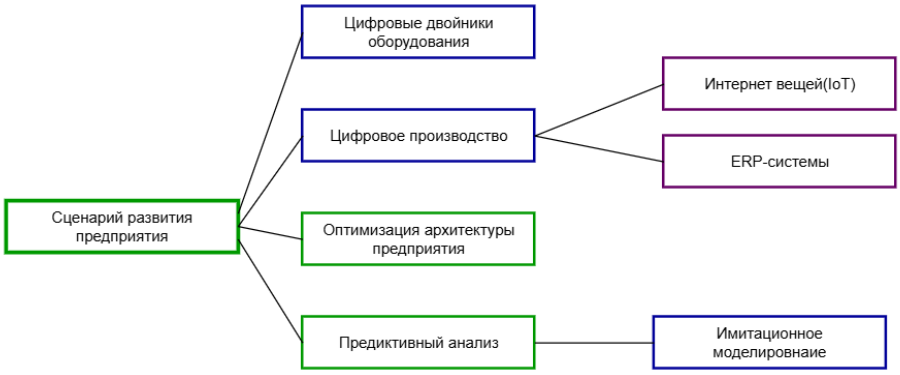


Рис. 2. Схема взаимодействия компонентов цифровой экосистемы

Такая структура подчеркивает, что цифровые двойники – не изолированные инструменты, а часть системы с двусторонними связями, где каждое решение основано на данных и прогнозах.

Цифровые двойники предприятий доказали свою эффективность как стратегический инструмент управления в условиях цифровой экономики. Основные преимущества технологии включают возможность оптимизации производственных процессов, прогнозирования операционных рисков и быстрой адаптации к изменениям рыночной конъюнктуры.

Перспективы развития связаны с дальнейшей интеграцией алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения, разработкой отраслевых стандартов и расширением сферы применения в малом и среднем бизнесе. Несмотря на существующие вызовы, такие как необходимость обработки больших объемов данных и зависимость от стабильности IoT-сетей, практический опыт подтверждает экономическую целесообразность внедрения цифровых двойников.

Источники

1. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. Цифровое предприятие как модель потока создания стоимости // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: Национальная (с международным участием) научно-практическая конференция. Казань, 2022. С. 118-121.
2. Смирнов Ю.Н. Цифровое предприятие на основе имитационной модели потока создания стоимости // Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева. 2018. №4.
3. Царев М.В., Андреев Ю.С. Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования // Текст научной статьи по специальности «Компьютерные и информационные науки. 2021.
4. Цифровой двойник: настоящее и будущее. [Электронный ресурс]. https://habr.com/ru/companies/factory5/articles/518084/ (дата обращения 19.02.2025)
5. Тахаутдинов Д.Р. Цифровые двойники предприятий: сценарий развития предприятия // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. 2024. С. 563-567.
6. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 207-210.

УДК 004.75

ВЫБОР ПРОТОКОЛА ДЛЯ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Дыдалин Григорий Дмитриевич, Зарипова Римма Солтановна
КГЭУ, г. Казань, Республика Татарстан»
grd200x@gmail.com

Аннотация. Выбор протокола взаимодействия между клиентом и сервером играет важную роль в разработке программного обеспечения. В статье рассматриваются три популярных подхода: REST, GraphQL и gRPC. Анализируются их особенности, преимущества и области применения. REST выделяется простотой и широким распространением, GraphQL решает проблему избыточности и нехватки данных, а gRPC обеспечивает высокую производительность и строгую типизацию. Рассматриваются сценарии, в которых каждая из технологий будет наиболее эффективной, а также возможность их комбинированного использования в рамках одного проекта.

Ключевые слова: REST, GraphQL, gRPC, клиент-серверное взаимодействие, веб-API, микросервисы.

SELECTING A PROTOCOL FOR CLIENT-SERVER COMMUNICATION

Dydalin Grigorij Dmitrievich, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan
grd200x@gmail.com

Abstract. The choice of communication protocol between the client and the server plays an important role in software development. The article discusses three popular approaches: REST, GraphQL, and gRPC. Their features, advantages and applications are analyzed. REST stands out for its simplicity and wide distribution, GraphQL solves the problem of redundancy and lack of data, and gRPC provides high performance and strict typing. The scenarios in which each of the technologies will be most effective are considered, as well as the possibility of their combined use within the framework of one project.

Keywords: REST, GraphQL, rpc, client-server interaction, web API, microservices.

В современном мире разработки программного обеспечения выбор правильного протокола взаимодействия между клиентом и сервером может существенно повлиять на успех всего проекта. Три технологии – REST, GraphQL и gRPC – занимают лидирующие позиции в этой области, каждая со своими

уникальными характеристиками и преимуществами. Подробно рассмотрим каждую из них и разберемся, когда какой подход будет наиболее эффективным.

REST стал де-факто стандартом для создания веб-API благодаря своей простоте и интуитивности. Этот архитектурный стиль основывается на базовых принципах HTTP-протокола, что делает его особенно привлекательным для веб-разработки. При использовании REST каждый ресурс имеет свой уникальный URL, а взаимодействие с ним осуществляется через стандартные HTTP-методы.

Работа с REST API интуитивно понятна для большинства разработчиков. Например, чтобы получить информацию о пользователе, достаточно отправить GET-запрос на endpoint `/users/123`. Для создания нового ресурса используется POST-запрос, для обновления – PUT или PATCH, а для удаления – DELETE. Такая прозрачность делает REST хорошим выбором для публичных API.

Однако у REST есть и свои ограничения. Одна из главных проблем – это overfetching и underfetching данных. Например, если нужно только имя пользователя, но API возвращает полный объект со всеми полями, то это overfetching. А если нужно получить данные о пользователе и его заказах, может потребоваться несколько отдельных запросов – это уже underfetching.

GraphQL появился как ответ на ограничения REST и предложил революционный подход к построению API. Вместо множества endpoints с фиксированной структурой данных, GraphQL предоставляет единую точку входа, где клиент сам определяет, какие именно данные ему нужны [1].

Допустим, что нужно получить информацию о пользователе, включая его последние заказы и избранные товары. В REST это потребовало бы минимум трех отдельных запросов. В GraphQL достаточно одного запроса, в котором точно указываются, какие поля нужны. Это не только уменьшает количество запросов, но и снижает нагрузку на сеть.

Важным преимуществом GraphQL является строгая типизация и автоматическая документация. Когда определяется схема GraphQL, получается не только валидация данных, но и интерактивная документация, которая всегда актуальна, так как генерируется автоматически из кода.

gRPC представляет собой современный подход к удаленному вызову процедур, разработанный Google. В отличие от REST и GraphQL, которые обычно работают с текстовыми форматами данных, gRPC использует бинарный протокол, что обеспечивает более высокую производительность [2]. Одной из ключевых особенностей gRPC является использование Protocol Buffers (protobuf) для описания интерфейса и структуры данных. Это не только обеспечивает строгую типизацию, но и позволяет автоматически генерировать клиентский код для различных языков программирования. Например, описав сервис один раз в proto-файле, можно сгенерировать клиентские библиотеки для Java, Python, Go и других языков [3].

gRPC особенно хорош в работе с потоковыми данными. Он поддерживает как однонаправленный, так и двунаправленный стриминг, что делает его идеальным выбором для чатов, онлайн-игр и других приложений реального времени [4].

Выбор технологии для клиент-серверного взаимодействия должен основываться на конкретных требованиях проекта. REST остается отличным выбором для простых публичных API, где важна простота интеграции и широкая поддержка. Его стоит использовать в проектах, где достаточно базовых CRUD-операций и не требуется сложная работа с данными.

GraphQL показывает себя наилучшим образом в проектах со сложной структурой данных и разными клиентскими приложениями (веб, мобильные, десктоп). Он полезен, когда разные клиенты нуждаются в различных наборах данных, а также в случаях, когда важна оптимизация количества запросов.

gRPC стоит выбирать для внутреннего взаимодействия между микросервисами, где критична производительность и важна строгая типизация. Его преимущества особенно заметны в системах реального времени и высоконагруженных приложениях.

Важно помнить, что в рамках одного проекта можно комбинировать разные подходы. Например, использовать gRPC для внутреннего взаимодействия между сервисами, GraphQL для мобильного приложения и REST для простого публичного API. Следовательно, требуется правильно определить потребности проекта и выбрать подходящий инструмент для каждой задачи.

Источники

1. Brito G., Mombach T., Valente M.T. Migrating to GraphQL: A practical assessment // 2019 IEEE 26th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER). IEEE, 2019. С. 140-150.

2. Коберник-Березовский Ю.А., Скакун В.В. Использование фреймворка GRPC для передачи больших данных // Компьютерные технологии и анализ данных: материалы II Международной научно-практической конференции. Минск: Белорусский государственный университет, 2020. С. 237-241.

3. Вахромеева Е.Н., Трифонов И.А. Оптимизация передачи данных в архитектуре веб-сервисов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2023. № 7-2. С. 41-45.

4. Гридин В.Н., Анисимов В.И., Васильев С.А. Методы повышения производительности современных веб-приложений // Известия ЮФУ. Технические науки. 2020. № 2(212). С. 193-200.

УДК 681.3

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Дюндина Валерия Павловна, Наумов Алексей Денисович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
dyundina.lera@bk.ru, alexnaumov5262552158@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются возможности и преимущества применения технологий цифровых двойников для оптимизации производства электромобилей. В ходе исследования будут рассмотрены основные аспекты внедрения цифровых двойников на различных этапах производственного процесса, а также проанализированы примеры успешного применения этих технологий в ведущих автомобильных компаниях.

Ключевые слова: электромобиль, цифровой двойник, производство, разработка, оптимизация.

OPTIMIZING THE PRODUCTION OF ELECTRIC VEHICLES THROUGH THE USE OF DIGITAL TWIN TECHNOLOGIES

Dyundina Valeria Pavlovna, Naumov Alexey Denisovich
KSPEU, Kazan, Russia
dyundina.lera@bk.ru, alexnaumov5262552158@gmail.com

Abstract. The article discusses the possibilities and advantages of using digital twin technologies to optimize the production of electric vehicles. The study will examine the main aspects of the introduction of digital twins at various stages of the production process, as well as analyze examples of successful use of these technologies in leading automotive companies.

Keywords: electric vehicle, digital twin, production, development, optimization.

Оптимизация производства электромобилей с использованием технологий цифровых двойников – это актуальная и перспективная тема, которая может значительно повысить эффективность производственных процессов.

Цифровой двойник (Digital Twin) представляет собой виртуальную интерактивную копию реального физического объекта или процесса, которая помогает управлять этим объектом наиболее эффективным образом. При этом связь между виртуальным и физическим миром осуществляется с помощью сенсоров IoT и датчиков, собирающих в реальном времени данные об условиях работы оборудования или непосредственно электромобиля, что позволяет

специалистам анализировать полученные данные и контролировать различные системы, не допуская сбоев и поломок. Вот несколько ключевых аспектов, которые можно рассмотреть в рамках этой темы:

1. Применение цифровых двойников в производстве электромобилей:

– Проектирование: Использование цифровых двойников на этапе проектирования позволяет моделировать и тестировать различные конфигурации автомобиля, что сокращает время и затраты на разработку;

– Производственные процессы: Цифровые двойники могут моделировать производственные линии, что позволяет оптимизировать процессы, минимизировать простои и выявлять узкие места;

– Качество продукции: Мониторинг в реальном времени с помощью цифровых двойников помогает выявлять дефекты на ранних стадиях и улучшать качество конечного продукта.

2. Преимущества использования цифровых двойников:

– Снижение затрат;

– Ускорение выхода на рынок;

– Устойчивость к изменениям.

3. Примеры успешного применения:

– Рассмотреть кейсы компаний, таких как Tesla, BMW или Volkswagen, которые уже используют технологии цифровых двойников для оптимизации своих производственных процессов.

Спрос на электромобили вызывает значительные трудности в существующем отлаженном производственном процессе с использованием конвейерной ленты. Индивидуально заказанные модели требуют больше времени для выпуска, так как не являются стандартными, что влечет увеличение затрат на оплату труда работникам предприятия и на создание и усовершенствование инструментов и оборудования. Аккумулятор составляет значительную долю от общего веса электромобиля, поэтому одна из приоритетных задач автопроизводителей сегодня – уменьшить размер батареи при сохранении долговременной надежности и срока службы, сократив тем самым производственные расходы. Стремление улучшить параметры общей эффективности оборудования и снизить затраты на изготовление при изменении или доработке конструкции, вынуждает ведущих производителей использовать цифровое производство. Организации смогут тем самым объединить отделы проектирования и производства под одной крышей, чтобы получить большую прибыль и превзойти конкурентов.

Потенциальные возможности применения цифровых двойников:

1. Концептуальное представление. На стадии создания концепции новой модели электромобиля цифровой двойник способен интегрировать все данные между электромобилями предыдущего поколения и текущей концепцией,

обеспечивая более быструю коммуникацию между проектировщиками, заинтересованными сторонами и конечными потребителями.

2. Дизайн и тестирование. Цифровой двойник позволяет повысить эффективность испытаний за счет имитационного моделирования, а также выявить потенциальные проблемы на ранних этапах благодаря содержанию полных данных о жизненном цикле продукта. Возможность повторного использования проверенных моделей и симуляций может обеспечить быструю оценку воздействия изменений и раннее обнаружение проблем. Таким образом, нет необходимости менять материалы, оборудование, отодвигать сроки запуска, если модель нуждается в доработке, имитационные испытания можно провести с помощью ее цифрового двойника.

3. Производство. Цифровой двойник может быть представлен в виде виртуальной копии процесса или комплекса процессов, что позволяет автопроизводителям использовать в качестве альтернативы конвейерному производству производство с гибкими ячейками. В состав гибких производственных ячеек могут входить станки и машины, обслуживаемые вручную, а также дополняющие рабочие места. Автоматизированные транспортные средства, или мобильные роботы, позволяют транспортировать кузова автомобилей индивидуально только на те сборочные рабочие места, которые соответствуют конкретной модели. Все оборудование, включая грузовые автомобили и инструменты, в цехе и в зоне логистики может быть подключено с помощью IoT датчиков. При постоянной отправке данных о состоянии и местонахождении оборудования и различных деталей изготавливаемого электромобиля цифровому двойнику завода, где они обрабатываются в реальном времени и используются для централизованного управления всеми операциями на цеху, данная интеллектуальная система может указывать мобильному роботу, к какой рабочей станции следует подойти и как реагировать на проблемы. Цифровой двойник опирается на опыт, чтобы предсказать, когда произойдет определенный сбой, и как этого избежать. Чем больше данных о производительности машины анализируется и интерпретируется с помощью цифровых двойников, тем больше стратегий обслуживания с поддержкой IoT будет задействовано, что приведет к общей оптимизации производительности и предотвращению незапланированных простоев.

Значение цифрового двойника при изучении аккумулятора в различных условиях вождения. В рамках программы ARPA-E ученые General Electric прикрепили тонкопленочные датчики к различным частям батареи, чтобы создать ее цифрового двойника. Батареи способны разбухать или сжиматься в зависимости от количества заряда. Полученные данные позволили более эффективно использовать имеющийся заряд батареи, тем самым удалось

уменьшить ее размер на 16 ячеек и за счет этого снизить стоимость на 15% при сохранении долговременной надежности и срока службы. Удаление ячеек из батареи также снижает общий вес электромобиля, способствуя экономии топлива.

Эффективность использования цифровых двойников в процессе создания электромобиля подтверждает опыт специалистов Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Технология цифровых двойников позволила сократить срок разработки электрокара «КАМА-1» с 5 лет всего лишь до 2. Цифровой двойник электромобиля прошел более 800 виртуальных испытаний, значительно сэкономив денежные ресурсы при его создании.

Крупные мировые автопроизводители также внедряют в своих цехах методы цифровых двойников. Mercedes-Benz (Daimler) в сентябре 2020 года открыл двери «Фабрики 56», использующей IoT датчики, высокопроизводительную сеть WLAN и 5G для обмена данными между мобильными роботами в рамках гибкого производства. Здесь применяется в полном объёме цифровая экосистема MO360, интегрирующая информацию из ключевых производственных процессов и ИТ-систем более чем 30 автомобильных заводов Mercedes-Benz и объединяет важные программные приложения, благодаря чему способна оптимизировать управление производством на основе ключевых показателей эффективности (KPI). За счет гибкости производства Mercedes-Benz может быстро переключить производство с любой модели на обычную, гибридную или электрическую. Как заявляет компания, им уже удалось совершить 25%-ый скачок эффективности по сравнению со старой сборочной линией S-класса.

Таким образом, использование цифрового двойника позволяет осуществлять проектирование и разработку электромобилей наиболее экономически эффективным способом, так как «центр тяжести» смещается со стадии производства на стадию разработки. Опыт мировых автопроизводителей показывает: чем позже вносятся изменения в проект, тем электромобиль получается дороже, а перепроектирование и многократное внесение уточнений в проект в разы повышает как финансовые, так и временные затраты.

Источники

1. Аухадеев А.Э., Павлов П.П., Соловьева А.П., Фандеев Д.В. Современная эколого-антропологическая методология развития городского электрического транспорта // Современные проблемы безопасности

жизнедеятельности: настоящее и будущее: материалы III Международной научно-практической конференции. Казань, 2014. С. 36-39.

2. Литвиненко Р.С., Идиятуллин Р.Г., Киснеева Л.Н. Оценивание надежности гибридного транспортного средства на этапе разработки // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2016. № 2. С. 34-40.

3. Юшин И.О., Бутаков В.М., Литвиненко Р.С. Методы повышения надёжности электроподвижного состава // Современные тенденции в образовании и науке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 14 частях, Тамбов, 2014. С. 162-163.

4. Филина О.А., Галиуллин Д.Р., Гараева А.Р. Показатели качества и методы их оценки // Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом: сборник научных трудов по итогам III международной научно-практической конференции, Том Выпуск IV. Новосибирск, 2017. С. 43-45.

5. Филина О.А., Гиматдинов Ф.С., Елисеев Б.О. Современные возможности вибродиагностики электрических машин и электроборудования // Молодая наука XXI века: проблемы, поиски, решения: Сборник научных статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 2018. С. 67.

6. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 207-210.

7. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

УДК 004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Дюндина Валерия Павловна, Сергачев Никита Сергеевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
dyundina.lera@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается использование цифровых двойников для электромобилей (ЭМ), которое представляет собой перспективное направление, которое может значительно улучшить процессы разработки, эксплуатации и обслуживания этих транспортных средств.

Ключевые слова: электромобиль, цифровой двойник, эксплуатация, энергия, улучшение.

USING DIGITAL TWINS FOR ELECTRIC VEHICLES

Dyundina Valeria Pavlovna, Sergachev Nikita Sergeevich
KSPEU, Kazan, Russia
dyundina.lera@bk.ru

Abstract. The article discusses the use of digital twins for electric vehicles (EM), which is a promising area that can significantly improve the processes of development, operation and maintenance of these vehicles.

Keywords: electric vehicle, digital twin, operation, energy, improvement.

Современный мир стремительно движется к устойчивому развитию и инновациям, и одним из ключевых направлений этого процесса является электрификация транспортных средств. Электромобили становятся все более популярными благодаря своей экологической чистоте, экономичности и технологическим преимуществам. Однако с ростом их использования возникает необходимость в более эффективных методах проектирования, тестирования и обслуживания этих автомобилей. В этом контексте цифровые двойники представляют собой мощный инструмент, позволяющий создавать виртуальные модели физических объектов и процессов. [1]

Цифровой двойник – это виртуальная реплика реального устройства или системы, которая позволяет моделировать его поведение в различных условиях. Применение цифровых двойников в области электромобилей открывает новые горизонты для оптимизации процессов разработки, повышения безопасности и улучшения пользовательского опыта. С их помощью инженеры могут проводить симуляции, анализировать данные в реальном времени и

предсказывать возможные неисправности, что значительно сокращает время и затраты на исследования и разработки.

Цифровой двойник – это виртуальная модель, которая отражает физический объект и его поведение в реальном времени. Вот несколько ключевых аспектов применения цифровых двойников в контексте электромобилей:

1. Проектирование и разработка [2]:

– Симуляция поведения: Цифровые двойники позволяют инженерам моделировать поведение электромобиля при различных условиях, что помогает оптимизировать конструкцию и характеристики автомобиля;

– Тестирование новых технологий: перед внедрением новых технологий, таких как новые аккумуляторы или системы управления, их можно протестировать в цифровой среде.

2. Оптимизация производственных процессов:

– Мониторинг процессов: Цифровые двойники могут использоваться для отслеживания производственных процессов в реальном времени, выявления узких мест и оптимизации потоков [3];

– Управление качеством: Анализ данных с цифрового двойника помогает выявлять потенциальные проблемы на этапе производства.

3. Управление эксплуатацией:

– Мониторинг состояния: Использование цифровых двойников для отслеживания состояния автомобиля в реальном времени позволяет предсказывать возможные неисправности и проводить профилактическое обслуживание;

– Анализ данных: Сбор и анализ данных о работе автомобиля (например, расход энергии, эффективность торможения) помогают оптимизировать его использование.

4. Обслуживание и ремонт [4]:

– Предсказательная аналитика: на основе данных с цифрового двойника можно предсказывать необходимость замены деталей или проведения технического обслуживания, что снижает затраты и время простоя;

– Виртуальные тренинги: Обучение техников и механиков с использованием цифровых двойников позволяет им лучше понимать систему и проводить более качественное обслуживание.

5. Улучшение пользовательского опыта:

– Персонализированные рекомендации: Цифровые двойники могут анализировать поведение водителя и предлагать персонализированные рекомендации по использованию автомобиля, например, оптимизацию маршрута для экономии энергии [5];

– Интерактивные интерфейсы: Виртуальные модели могут использоваться для создания интерактивных интерфейсов, которые помогут пользователям лучше понять функциональность автомобиля.

6. Разработка новых бизнес-моделей:

– Услуги на основе данных: Использование данных с цифровых двойников может привести к созданию новых услуг, таких как подписка на обслуживание или платные обновления программного обеспечения;

– Системы «умного» управления парком автомобилей: Компании могут использовать цифровые двойники для оптимизации управления парком электромобилей, улучшая планирование зарядки и маршрутов.

7. Устойчивое развитие

– Снижение углеродного следа: Оптимизация работы электромобилей с помощью цифровых двойников может привести к более эффективному использованию энергии и снижению выбросов CO_2;

– Цикл жизни продукта: Анализ данных о работе автомобиля на протяжении всего его жизненного цикла помогает улучшить его экологические характеристики. Цифровые двойники могут значительно продлить жизненный цикл электромобиля- преодолеть «Долину смерти» [6].

Рис.1. Цифровой двойник-инструмент преодоления «Долины смерти»

Технология цифровых двойников прежде всего помогает более успешно контролировать жизненный цикл продукции. Что это означает на практике работы конкретных отделов производства? Технологию можно использовать на этапе сборки продукта, при поставках готовой продукции и даже на этапах послепродажного обслуживания. Уже при закупке комплектующих специалистам будут известны все технические характеристики деталей и материалов, из которых эти комплектующие изготовлены. При помощи цифровых двойников легко автоматизировать работу с материальными активами. Благодаря имитационным моделям производители могут проводить предиктивную аналитику работы всего изделия вплоть до отдельных агрегатов и узлов, предугадывать их выход из строя, прогнозировать и планировать регламентные сервисные работы.

Tesla устанавливает специальное приложение, которое обеспечивает работу цифрового двойника каждого электромобиля, выпускаемого компанией. Команды

«Формулы 1», такие как Renault или McLaren, используют цифровых двойников для проведения тестовых испытаний как отдельных узлов, так и гоночных болидов в целом – таким образом производитель преодолевает ограничения на проведение реальных тестов, которые приняты в королевских гонках [7].

Мониторинг состояния продукции – это очень хороший пример использования цифровых двойников. Их эффективность видна во всем процессе производства. При этом производственная компания остается в плюсе на уровне организации отдельных процессов и бизнеса в целом.

В целом, цифровые двойники представляют собой мощный инструмент для повышения эффективности, безопасности и устойчивости электромобилей. Их использование может значительно изменить подход к разработке, эксплуатации и обслуживанию транспортных средств в будущем.

Источники

1. Аухадеев А.Э., Павлов П.П., Соловьева А.П., Фандеев Д.В. Современная эколого-антропологическая методология развития городского электрического транспорта // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее: материалы III Международной научно-практической конференции. Казань, 2014. С. 36-39.
2. Афиногентов Д.А., Кинёв Д.В., Лобанов Д.Е., Филина О.А. Расчет мощности тяговой подстанции // Новые технологии в учебном процессе и производстве: сборник тезисов 22 Международной научно-технической конференции. Рязань, 2024. С. 486-487.
3. Литвиненко Р.С., Идиятуллин Р.Г., Киснеева Л.Н. Оценивание надежности гибридного транспортного средства на этапе разработки // Транспорт: наука, техника, управление. 2016. № 2. С. 34-40.
4. Максимов А.Н. Городской электротранспорт: Троллейбус // Издательский центр «Академия». Москва, 2004. С. 256.
5. Юшин И.О., Бутаков В.М., Литвиненко Р.С. Методы повышения надёжности электроподвижного состава // Современные тенденции в образовании и науке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 14 частях. Тамбов, 2014. С. 162-163.
6. Филина О.А., Галиуллин Д.Р., Гараева А.Р. Показатели качества и методы их оценки // Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом: сборник научных трудов по итогам III международной научно-практической конференции. Новосибирск, 2017. С. 43-45.
7. Филина О.А., Гиматдинов Ф.С., Елисеев Б.О. Современные возможности вибродиагностики электрических машин и электроборудования // Молодая наука XXI века: проблемы, поиски, решения: Сборник научных статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 2018. С. 67.

УДК 004.62:004.7

ОПТИМИЗАЦИЯ НАСТРОЙКИ СИСТЕМ АУДИТА ДЛЯ РОССИЙСКИХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ: ПРИНЦИПЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ КЛИЕНТСКИХ РЕШЕНИЙ

Евдокимов Андрей Олегович, Курочкин Сергей Васильевич
ФГБОУ ВО «ВлГУ», г. Владимир, Россия
evdokimov1220@yahoo.com

Аннотация. Механизмы отслеживания событий становятся неотъемлемым инструментом для обеспечения безопасности и эффективности управления ИТ-структурой в корпоративных сетях. В условиях актуальности применения российских операционных систем в рамках политики импортзамещения и геополитической обстановкой в мире важно правильно настраивать и оптимизировать эти системы для эффективного мониторинга и анализа событий. В данной статье рассматриваются основные принципы настройки систем аудита, а также практические рекомендации для их оптимизации.

Ключевые слова: журналирование событий, служба аудита, российские операционные ситсемы, rsyslog-демон, audispd

OPTIMIZATION OF AUDIT SYSTEM CONFIGURATION FOR RUSSIAN OPERATING SYSTEMS: PRINCIPLES AND PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR CLIENT SOLUTIONS

Evdokimov Andrey Olegovich, Kurochkin Sergey Vasilievich
VLSU, Vladimir, Russia
evdokimov1220@yahoo.com

Abstract. Event tracking mechanisms are becoming an integral tool for ensuring the security and efficiency of IT structure management in corporate networks. In the context of the relevance of the use of Russian operating systems within the framework of the import substitution policy and the geopolitical situation in the world, it is important to correctly configure and optimize these systems for effective monitoring and analysis of events. This article discusses the basic principles of setting up audit systems, as well as practical recommendations for their optimization.

Keywords: event logging, audit service, Russian operating systems, rsyslog daemon, audispd

В настоящее время на отечественном рынке программного обеспечения и операционных систем представлено ограниченное количество систем, которые могут позиционировать себя как суверенная отечественная разработка и

имеющая соответствующие аккредитации. Хоть отечественные операционные системы (далее ОС) разрабатываются по единому стандарту, в основе каждой ОС лежит свой прототип, имеющий свои специфики в настройке и дальнейшей эксплуатации.

Перед началом настройки механизмов отслеживания событий необходимо четко определить цели и задачи, которые система будет решать. Важно установить оптимальный уровень конкретизации записей аудита т.к. слишком подробные записи могут привести к избыточному объему данных, что в свою очередь затруднит анализ, в то время как недостаточная конкретизация может пропустить важные события.

Российские операционные системы, такие как Astra Linux и ALT Linux предлагают встроенные инструменты для настройки механизмов отслеживания событий для активации, которых необходимо изменить соответствующие параметры в конфигурационных файлах системы.

Если необходимо произвести настройку большого количества рабочих станций по единому правило для упрощения и ускорения данного процесса можно использовать протокол SSH, данный протокол позволяет производить настройки на удаленным станциях по защищенным каналам связи, что обеспечивает безопасность и надежность передачи данных. Для активации протокола SSH необходимо запустить данный протокол с помощью команды «systemctl enable sshd | systemctl start sshd». После этого в файле «ssh_config», расположенному по адресу: «/etc/openssh/» следует внести необходимые изменения, пример измененного конфигурационного файла представлен на рис. 1.

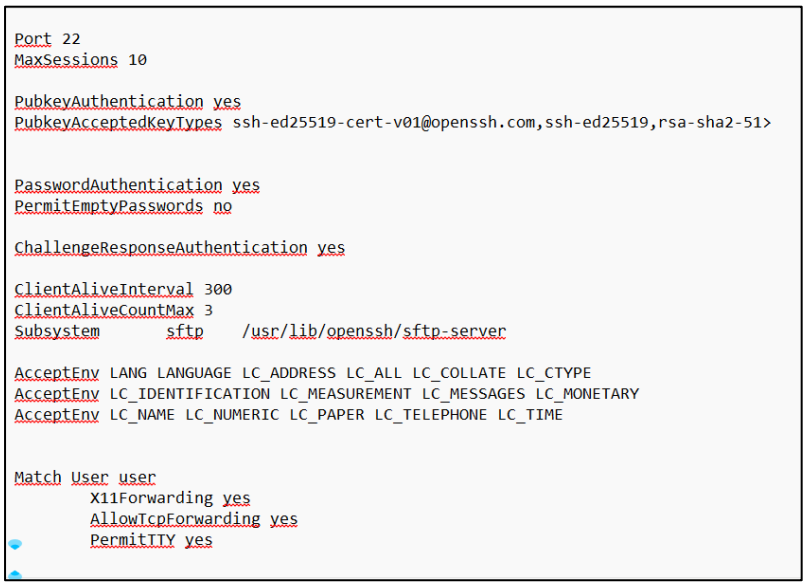


Рис. 1. Параметры для открытия 22 порта на POC

Для передачи Bash-скриптов позволяющие ускорить процесс настройки станций по заранее подготовленным сценариям рекомендуется использовать

протокол SFTP, который обеспечивает безопасность передачи файлов и интеграцию с протоколом SSH, который позволяет не только передавать сценарии, но и управлять ими, что значительно упрощает процесс настройки.

Для журналирования событий службы auditd на источнике необходимо настроить адресацию и формат событий, для следует скопировать конфигурацию сервиса auditd командой «cp /lib/systemd/system/auditd.service /etc/systemd/system/auditd.service» после чего внести изменения в созданный файл «/etc/systemd/system/auditd.service», пример конфигурации приведен на рис. 2.

```
[Unit]
Description=Security Auditing Service
DefaultDependencies=no
After=network-online.target local-fs.target systemd-tmpfiles-setup.service rsyslog.service
Before=shutdown.target
Conflicts=shutdown.target
RefuseManualStop=yes
ConditionKernelCommandLine=!audit=0
Documentation=man:auditd(8) https://github.com/linux-audit/audit-documentation

[Service]
Type=forking
PIDFile=/run/auditd.pid
ExecStart=/sbin/auditd

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Рис. 2. Файл конфигурации auditd.service

Так как настройки подсистемы аудита хранятся в конфигурационном файле auditd.conf необходимо отредактировать файл «/etc/audit/auditd.conf», пример конфигурационного файла приведен на рис. 3.

```
log_file = /var/log/audit/audit.log
log_group = root
log_format = RAW
flush = INCREMENTAL_ASYNC
freq = 20
max_log_file = 8
num_logs = 5
priority_boost = 3
disp_qos = lossy
dispatcher = /sbin/audispd
name_format = HOSTNAME
max_log_file_action = ROTATE
space_left = 256
space_left_action = SYSLOG
verify_email = yes
action_mail_acct = root
admin_space_left = 128
admin_space_left_action = SYSLOG
disk_full_action = SUSPEND
disk_error_action = SUSPEND
use_libwrap = yes
tcp_listen_queue = 5
tcp_max_per_addr = 1
tcp_client_max_idle = 0
distribute_network = no
```

Рис. 3. Файл конфигурации auditd.conf

Все настройки фильтров группируются в файлы правил, для применения созданных правил необходимо в директории «/etc/audit/rules.d/» создать файл «*_autit_jsoc.rules», где * – номер правила и перезапустить службу аудита с помощью команды «service auditd restart» [1]. Для проверки списка активных правил можно воспользоваться командой «/sbin/auditctl -l».

Для отправки событий syslog через audispd необходимо в конфигурационном файле, расположенном по пути «/etc/audisp/plugins.d/syslog.conf» внести следующие данные, пример внесенных изменений приведен на рисунке 4.

```
active = yes
direction = out
path = builtin_syslog
type = builtin
args = LOG_LOCAL6
format = string
```

Рис. 4. Файл конфигурации syslog.conf

Для обеспечения эффективного сбора, хранения и анализа журнала событий и безопасности из различных источников в едином центре управления необходимо удалить из директории «/etc/rsyslog.d/» файлы «00_common.conf» и «08_journal.conf», после чего в директории «/etc/rsyslog.d» создать файл «20_imuxsock.conf» со следующим содержанием «module(load="imuxsock")», а также в директории «/etc/rsyslog.d/» добавить файл «siem.conf» с содержанием представленным на рисунке 5, после чего перезапустить syslog-демона с помощью команды «systemctl restart rsyslog».

```
$ActionForwardDefaultTemplate RSYSLOG_TraditionalForwardFormat
*.info;mail.none;authpriv.none;cron.none;local3.none;local6.none /var/log/messages
auth.*;authpriv.*;local3.debug;local6.* @адрес сервера коннекторов:порт
```

Рис. 5. Конфигурационный файл siem.conf

Для проверки правильности настройки службы rsyslog можно воспользоваться командой «systemctl status rsyslog» [2], результат отработки команды приведен на рисунке 6.

Если службы rsyslog после настройки находится в статусе inactive, необходимо запустить команды «systemctl start rsyslog».

Для настройки журналирования введенных команд на удаленной рабочей станции необходимо отредактировать файл «/etc/bashrc», добавив в конец файла следующую строку «source /etc/bashrc.audit».

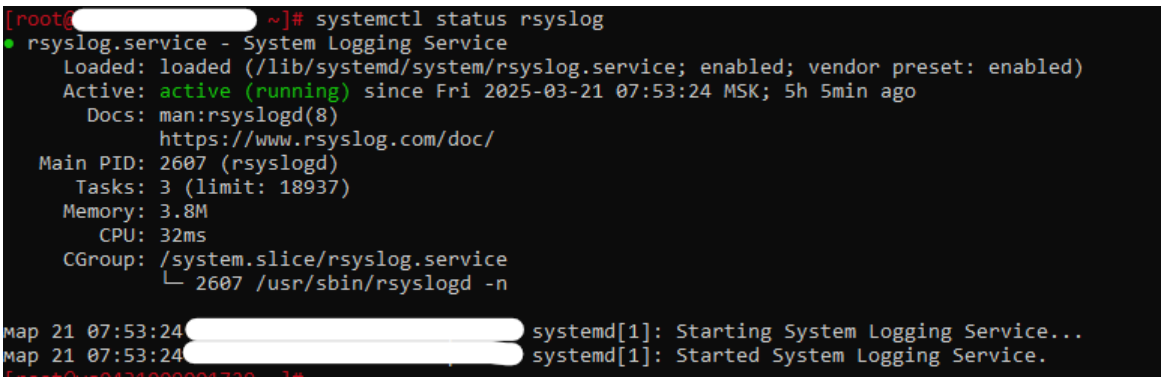


Рис. 6. Проверка статуса службы rsyslog

Важно отменить в случае применения сценария журналирования команд при вводе любого рода команд в терминале появляется ошибка «integer expression expected», то необходимо в файле «/etc/bashrc.audit» изменить строку «AUDIT_HISTLINE="${AUDIT_CMD%%+([^ 0-9])*}"» на «AUDIT_HISTLINE="${AUDIT_CMD%%+( )*}"». После выполнения приведенных действий система журналирования событий выполняемая на удаленных рабочих станциях перейдет в режим инициализации с дальнейшей обработкой входящей информации и последующей передаче по защищенным каналам связи на сервер принятия и обработки решений.

Таким образом настройка систем аудита для российских операционных систем на стороне клиента представляет собой важный аспект обеспечения информационной безопасности. В статье были рассмотрены ключевые принципы и методы, позволяющие эффективно реализовать аудит на клиентский устройствах под управлением российских операционных систем.

Источники

1. Sematext, auditd [Электронный ресурс]. https://sematext.com/glossary/auditd/ (дата обращения: 20.03.2025).

2. ArchLinux, rsyslog [Электронный ресурс]. https://wiki.archlinux.org/title/Rsyslog (дата обращения: 20.03.2025).

УДК 629.78:004.77

ПЛАНИРОВАНИЕ ПОДСПУТНИКОВОЙ НЕПРЕРЫВНОЙ СЪЁМКИ

Евсеев Виталий Павлович,
Самарский университет, Самара, Россия,
vivseev02@inbox.ru

Аннотация. В условиях роста заявок на сбор данных при помощи орбитальных спутниковых группировок возрастает необходимость разработки программного обеспечения для автоматизации процесса составления расписания съёмки площадных объектов и передачи снимков со спутников на наземные станции. В статье представлена разработанная программа для формирования расписания, основанный на методе «общей доски».

Ключевые слова: спутниковая группировка, подспутниковая съёмка, площадной объект, зона радиовидимости, планирование сеансов связи.

PLANNING OF SUB-SATELLITE CONTINUOUS SURVEY

Evseev Vitaly Pavlovich,
Samara university, Samara, Russia,
vivseev02@inbox.ru

Abstract. With the increasing demand for data collection using orbital satellite constellations, there is a growing need for software solutions to automate the scheduling of area imaging and the transmission of images from satellites to ground stations. This article presents a developed program for schedule generation based on the "blackboard" method.

Keywords: satellite constellation, nadir imaging, area target, visibility zone, scheduling of communication sessions.

В настоящее время наблюдается увеличение количества заявок на съёмку местностей при помощи спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Рынок съемок из космоса, по расчётам, растёт примерно на 11.6% ежегодно и продолжит рост в будущем [1]. При возрастании количества спутников в группировках увеличивается и сложность их управления операторами, что может привести к уменьшению количества обработанных заявок и, как следствие, к уменьшению конечной прибыли. Созданное программное обеспечение планирования непрерывной подспутниковой съёмки предназначено для решения этой проблемы. Оно может не только автоматически находить и составлять расписание зон видимости типа спутник-станция или спутник-местность, но и оптимизировать его, ориентируясь на

приоритеты и минимизацию времени между созданием заявки и приёмом готового снимка. Данная статья посвящена рассмотрению задачи подспутниковой непрерывной съемки.

Обзор существующих систем.

Одной из самых популярных систем-аналогов является программа Orbitron. Это система слежения за спутниками, предназначенная для радиолюбителей и любителей визуальных наблюдений. Её также применяют профессионалы-метеорологи, пользователи спутниковой связи [2]. Программа показывает положение спутников в любой заданный момент (как в реальном времени, так и в режиме симуляции). Однако, возможности планирования данной программы ограничиваются составлением списка видимостей спутник-станция.

Частные компании могут предложить в качестве решения платформу Orbit Logic CPAW (Collection Planning and Analysis Workstation), которая предоставляет возможности для оптимизации планирования миссий сбора данных, учитывая различные факторы, такие как орбитальные параметры, географическая область интереса, требования пользователя и ограничения ресурсов [3]. К недостаткам можно отнести сложность настройки и интеграции, а также трудности взаимодействия с компанией, что приводит к необходимости разработки системы планирования подспутниковой непрерывной съемки.

Постановка задачи.

Пусть имеется несколько спутников. Для каждого спутника известны элементы орбиты TLE (two-line element set) и определённая ширина полосы захвата. Также имеется некоторое количество приёмных станций (ПС). Местоположение каждой ПС описывается широтой и долготой в географических координатах. Каждая приёмная станция обладает характеристиками, которые описывают угол раствора антенны и скорость приёма данных. Необходимо составить оптимальное расписание съёмки поверхности Земли группой спутников и дальнейшего сброса информации на ПС. Полученное расписание должно удовлетворять ограничениям:

1. Нахождение спутника в зоне радиовидимости ПС при передаче информации;
2. Отсутствие пересечений в расписании спутника и ПС (запрещается одновременно выполнять несколько операций);
3. Информации на момент передачи меньше T часов;
4. Время, необходимое на передачу всей информации меньше, чем сумма времени всех сеансов радиосвязи за T часов.

Данные ограничения были выбраны исходя из того, что все спутники и приёмные станции имеют только один радиопередатчик, а полученная информация должна быть оперативной и актуальной.

Описание методов решения.

Для составления расписания используется жадный алгоритм с использованием модели «общей доски». Эта модель предполагает наличие агентов и менеджера доски. Каждый из агентов предлагает своё оптимальное решение задачи, в то время как менеджер анализирует все частные решения и составляет оптимальное решение для всей системы. В текущей постановке задачи выделен один типа агента – агент спутника. Схема алгоритма агента спутника представлена на рисунке 1. Для анализа состояния системы действия спутника оцениваются в баллах – чем ближе действия к оптимальным, тем больше баллов. Для видимостей спутник-местность баллы считаются по формуле (1), для видимостей спутник-станция – по формуле (2).

$$B_L = M * \frac{T}{T_1} \quad (1)$$

где

– B_L – бонус, у.е.,

– M – коэффициент, определяющий приоритет планирования сеанса сброса данных,

– T – нормирующий коэффициент, с,

– T_1 – время окончания видимости спутник-местность, с.

$$B_S = M * \frac{V * T}{S} \quad (2)$$

где

– B_S – бонус, у.е.,

– M – коэффициент, определяющий приоритет планирования сеанса сброса данных,

– V – скорость передачи данных между спутником и станцией, Мб/с,

– T – время окончания видимости спутник-станция, с,

– S – нормирующий коэффициент, Мб.

Количество итераций расчёта баллов, выполняемое данным алгоритмом, равно числу местностей, которые требуется снять. Это необходимо для того, чтобы после планирования каждой местности спутники, которые не получили заявку, снова могли учитывать те временные периоды, которые ранее выделяли на съёмку запланированной местности. Менеджер доски работает на основе жадного алгоритма и для каждой итерации выбирает оптимальное решение на основе максимального количества баллов.

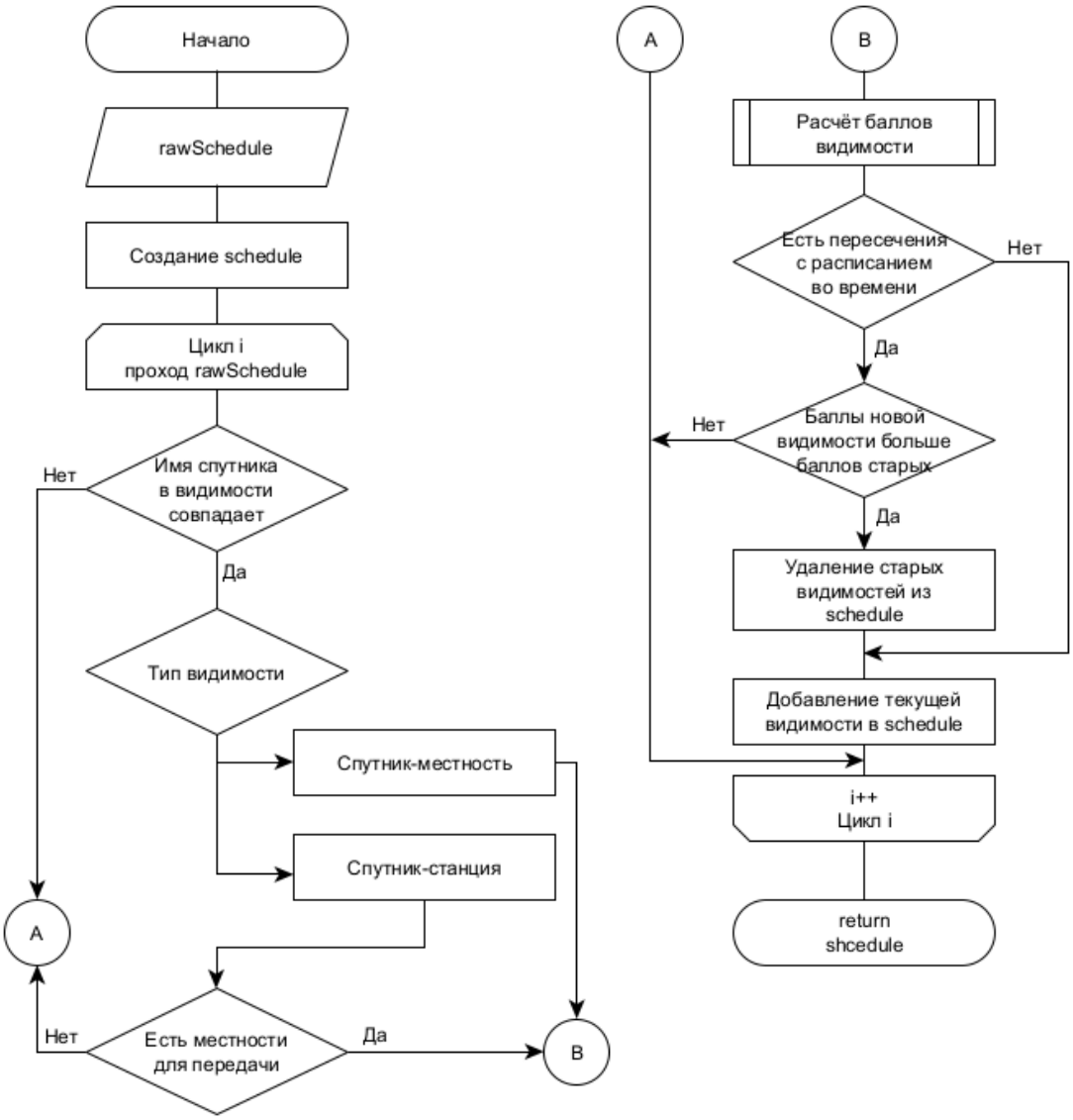


Рис. 1. Схема алгоритма планирования расписания

Описание реализации.

Программа была написана на языке Java с использованием библиотек Orekit для баллистических расчётов, например, траектории спутника, зоны радиовидимости спутника и станции, и JTS для расчётов видимости спутника и местности.

Для реализации графического интерфейса использовалась платформа JavaFX в связи с простотой настройки и расширенным функционалом по сравнению с представленными аналогами на выбранном языке программирования. Пользователь может добавлять/изменять/удалять все требуемые для расчётов сущности: спутники, станции, местности для съёмки.

Пример работы.

На рисунке 2 представлено окно, отображающее сформированное расписание. Слева сверху расположена карта Земли и показаны траектории (коридоры) движения спутников. На карте также отмечены приёмные станции

и местности для съёмки. Под картой располагается система управления временем симуляции, а ниже – вкладки управления сущностями. Справа показаны три вкладки с расчётами: видимостей спутник-станция, спутник-местность и расписания.

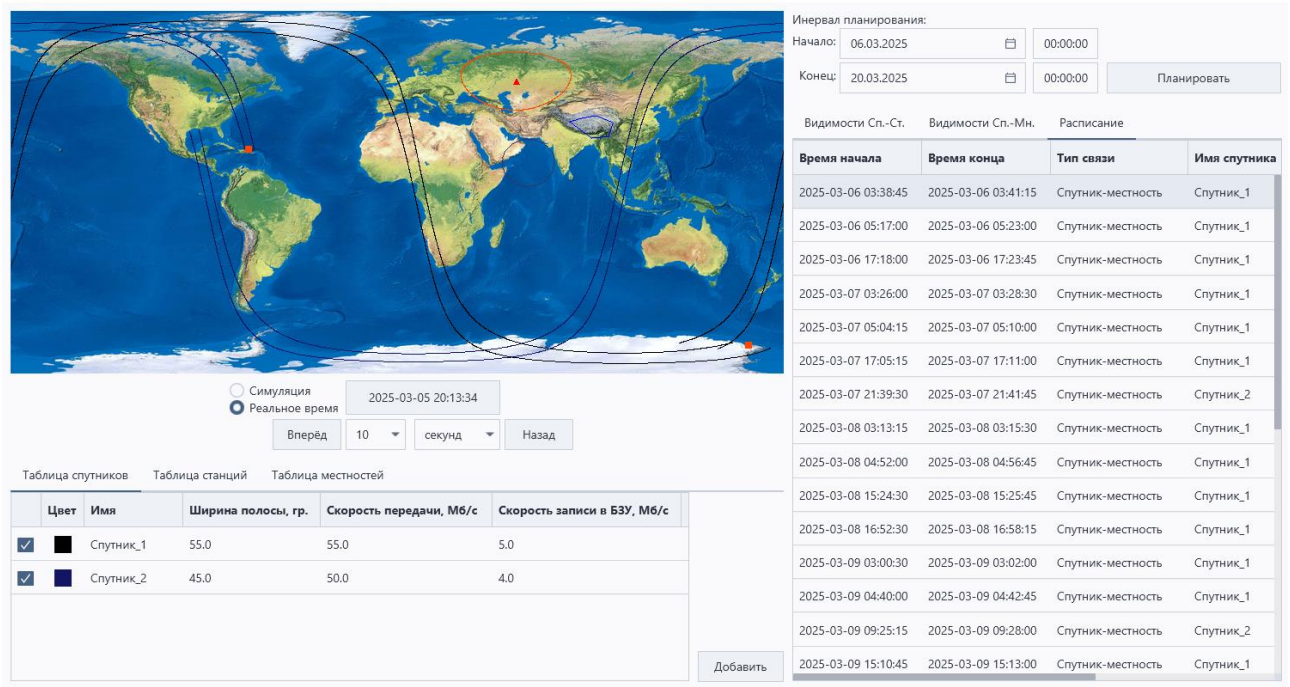


Рис. 2. Сформированное расписание

Источники

1. Remote Sensing Technology Market Trends [Электронный ресурс]. https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/remote-sensing-technologies-market

2. Orbitron – Satellite Tracking System [Электронный ресурс]. https://www.stoff.pl

3. Orbit Logic CPAW, Collection Planning and Analysis Workstation [Электронный ресурс]. http://www.orbitlogic.com/collection-planning-and-analysisworkstation.html

УДК 004.051

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТРИКИ TOTAL BLOCKING TIME В LIGHTHOUSE ПУТЁМ СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА DOM-ЭЛЕМЕНТОВ HTML СТРАНИЦЫ

Жуков Станислав Владимирович, Ковалева Ольга Александровна, Ковалев Сергей Владимирович
Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия
i@coder-stas.ru

Аннотация. Статья посвящена влиянию количества DOM-элементов на производительность веб-страниц. В частности, рассматривается метрика Total Blocking Time (TBT), которая является наиболее значимой в Lighthouse и напрямую зависит от сложности DOM-структуры. Чрезмерное число элементов увеличивает время рендеринга и замедляет отклик страницы. Авторы предлагают инструменты для анализа DOM, а также практические рекомендации по оптимизации: сокращение вложенности, избавление от дублирующих блоков, правильная работа с SVG и динамическая загрузка контента.

Ключевые слова: DOM, TBT, Lighthouse, оптимизация веб-страниц, SVG, JavaScript, HTML

OPTIMIZING THE TOTAL BLOCKING TIME METRIC IN LIGHTHOUSE BY REDUCING THE NUMBER OF DOM ELEMENTS IN THE HTML PAGE

Zhukov Stanislav Vladimirovich, Kovaleva Olga Alexandrovna, Kovalev Sergey Vladimirovich
Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia
i@coder-stas.ru

Abstract. The article is devoted to the impact of the number of DOM elements on the performance of web pages. In particular, the Total Blocking Time (TBT) metric is considered, which is the most significant in Lighthouse and directly depends on the complexity of the DOM structure. An excessive number of elements increases rendering time and slows down the page response. The authors offer tools for DOM analysis, as well as practical recommendations for optimization: reducing nesting, getting rid of duplicate blocks, working correctly with SVG and dynamically loading content.

Keywords: DOM, TBT, Lighthouse, Web Page Optimization, SVG, JavaScript, HTML

Одна из ключевых метрик производительности страницы в отчётах Lighthouse – это Total Blocking Time (TBT). На её долю приходится 30% итоговой оценки, что делает её наиболее весомой среди всех остальных

показателей [1]. Метрика TBT отражает, сколько времени основной поток браузера остаётся заблокированным во время загрузки страницы, мешая отклику на пользовательские действия.

Одной из частых причин высокого значения TBT становится чрезмерное количество DOM-элементов на странице. При загрузке браузер вынужден пройти несколько ресурсоёмких этапов: парсинг HTML, построение DOM-дерева, применение стилей и построение CSSOM, а затем объединение этих деревьев в дерево рендера [2]. Чем больше элементов в DOM, тем дольше браузер анализирует структуру, рассчитывает стили, перерасчётывает layout и выполняет отрисовку. Это замедляет готовность интерфейса к взаимодействию, особенно на устройствах с невысокой производительностью.

Таким образом, избыточная сложность DOM-структуры напрямую влияет на TBT и общее восприятие скорости работы сайта, о чем также пишут технические специалисты [3]. В этой статье мы рассмотрим, как уменьшить количество DOM-элементов, сохранив визуальное оформление и функциональность страницы.

Прежде всего необходимо определить сколько всего DOM узлов содержит страница. Для html документа авторами стати был разработан JavaScript код из двух функций.

```
function countTotalChildren(node) {
    if (!node) return 0;
    let count = node.children.length;
    for (let child of node.children) {
        count += countTotalChildren(child);
    }
    return count;
}

function analyzeDOM(rootNode, minChildren = 0, maxDepth = 0, currentDepth = 0, index = "0") {
    if (!rootNode || (maxDepth > 0 && currentDepth > maxDepth)) return [];
    let results = [];
    let totalChildren = countTotalChildren(rootNode);
    let entry = {
        node: rootNode,
        tag: rootNode.tagName,
        totalChildren: totalChildren,
        depth: currentDepth
    };
```

```
        if (totalChildren >= minChildren) {
            results.push(entry);
        }
        [...rootNode.children].forEach((child, i) => {
            results = results.concat(
                analyzeDOM(child, minChildren, maxDepth, currentDepth + 1,
`${index}.${i}`)
            );
        });
        if (currentDepth === 0) {
            results.sort((a, b) => b.totalChildren - a.totalChildren);
            console.table(results);
        }
        return results;
    }
```

Функция countTotalChildren – возвращает общее число дочерних для передаваемого в функцию элемента. Вторая analyzeDOM – выводит информацию о дочерних элементах в виде таблицы в консоль браузера. Она принимает три параметра: элемент дочерние узлы которого нужно проанализировать, минимальное количество узлов дочерних элементов на одном уровне после которых их можно добавлять в таблицу, максимальную вложенность дочерних элементов для которых нужно проводить анализ. Например, analyzeDOM(document.body, 60, 3); проанализирует элемент body до 3 уровней вложенности, скрывая дочерние элементы, имеющие менее 60 дочерних элементов.

Согласно рекомендациям Lighthouse элемент body должен содержать менее 800 элементов [4]. Часто встречаются рекомендации с предложением оптимизировать верстку, убрав лишние обертки и ненужные контейнеры. Реализовать динамическую подгрузку контента, чтобы не создавать все элементы сразу. Заменить на CSS некоторые элементы для стилизации. Оптимизировать вложенность элементов. При работе с реальными сайтами, как правило можно применить ещё несколько способов, которые были выведены авторами статьи.

Первый заключается в том, чтобы проверить нет ли на странице встроенных svg изображений. Их узлы также учитываются в DOM дереве. Рассмотрите возможность вынести их в отдельные файлы или заменить на растровые изображения.

Второй заключается в том, чтобы не загружать скрытые html блоки с помощью ajax запросов, а встраивать их в виде текстовой переменной в

JavaScript код самой страницы. Это позволит сэкономить время на ajax запросы к серверу.

Третий заключается в клонировании повторявшихся элементов, в случае если они скрыты от пользователя до определённого взаимодействия. Часто в шаблонах сайтов дублируются участки html кода содержавшие меню для мобильных и настольных устройств. При помощи данного метода, можно оставить только одно из них, а второе получить путём клонирования при необходимости.

Избыточное количество DOM-элементов напрямую влияет на производительность страницы и увеличение метрики Total Blocking Time. Оптимизация структуры DOM помогает ускорить рендеринг, снизить нагрузку на браузер и улучшить отзывчивость интерфейса.

Используя простые приёмы – сокращение лишних обёрток, анализ глубокой вложенности, отказ от дублирования и корректная работа с SVG – можно добиться значительного снижения TBT без потери функциональности и дизайна. Это улучшает как пользовательский опыт, так и позиции сайта в поисковых системах.

Источники

1. Lighthouse performance scoring [Электронный ресурс]. https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/performance/performance-scoring (дата обращения: 30.03.25).

2. Как работают браузеры [Электронный ресурс]. https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/Performance/Guides/How_browsers_work (дата обращения: 30.03.25).

3. How large DOM sizes affect interactivity, and what you can do about it [Электронный ресурс]. https://web.dev/articles/dom-size-and-interactivity (дата обращения: 30.03.25).

4. Avoid an excessive DOM size [Электронный ресурс]. https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/performance/dom-size (дата обращения: 30.03.25).

УДК 005.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА АНАЛИЗА ЛИЧНЫХ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ КЛИЕНТА СПОРТИВНОГО КЛУБА

Завьялова Ульяна Вадимовна, Самохвал Анастасия Дмитриевна
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
uljana.zavyalova@gmail.com

Аннотация. В статье анализируется проблема баскетбольного клуба, связанная со сбором необходимых антропометрических и физических данных ребенка и отсутствием автоматизации при их обработке. Проанализированы проблемы для тренерского штаба и администрации клуба. Представлена модель основного бизнес-процесса и его детализированное описание. Автоматизация процесса анализа ускорит процесс обработки данных ребенка, уменьшит вероятность ошибки, понизит нагрузку на тренерский штаб и администрацию.

Ключевые слова: баскетбольный клуб, сбор и анализ антропометрических и физических данных ребенка, IDEF0.

MODELING OF THE BUSINESS PROCESS OF ANALYZING PERSONAL ANTHROPOMETRIC AND PHYSICAL DATA OF A SPORTS CLUB CLIENT

Zavyalova Ulyana Vadimovna, Samokhvalova Anastasia Dmitrievna
Nosov Moscow State Technical University, Magnitogorsk, Russia
uljana.zavyalova@gmail.com

Abstract. The article analyzes the problem of a basketball club related to the collection of necessary anthropometric and physical data of a child and the lack of automation in their processing. The problems for the coaching staff and the administration of the club are analyzed. The model of the main business process and its detailed description are presented. Automating the analysis process will speed up the process of processing the child's data, reduce the likelihood of error, and reduce the burden on the coaching staff and administration.

Keywords: basketball club, collection and analysis of anthropometric and physical data of a child, IDEF0.

В настоящее время информационные технологии встречаются во многих сферах жизни, спорт не стал исключением. Наличие информационной базы данных становится неотъемлемой частью современного мира. Но некоторые спортивные клубы все ещё собирают и анализируют данные без использования цифровых технологий. Такой способ является простым, но в нем есть ряд недостатков [1].

Рассмотрим основные проблемы, связанные с отсутствием автоматизированной системы сбора и анализа данных ребенка:

1. Замедление обработки данных баскетболиста: тренерам необходимо собрать антропометрические и физические данные ребенка, вручную сопоставить их с общепринятыми метриками и проанализировать в какую группу по состоянию здоровья записать ребенка;

2. Увеличение нагрузки на тренерский штаб: тренеры вынуждены вручную обрабатывать большой объём данных вместо того, чтобы качественно тренировать детей к соревнованиям;

3. Повышение вероятности ошибки: после соревнований и во время приема ребенка в клуб, тренер должен собрать все необходимые антропометрические и физические данные и проанализировать их. Но так как это делает человек, то вероятность ошибки возрастает из-за усталости, невнимательности;

4. Высокий риск потери документов: в связи с бумажным документооборотом появляется риск потери информации, который возникает из-за большого количества данных [2].

При рассмотрении бизнес-процесса анализа данных тестирования детальному изучению подлежали процессы сбора антропометрических и физических данных, их последующая обработка и формирование рекомендаций на распределение в баскетбольные группы. Актуальность выбора этого бизнес-процесса обусловлена его сложностью, что связано с обработкой в нем большого количества информации.

Автоматизация данного бизнес-процесса поможет тренерскому штабу упростить процесс сбора данных ребенка, сократить время их обработки и снизить вероятность возникновения ошибок.

На рис. 1 представлена функциональная модель процесса в нотации IDEF0 – контекстный уровень A0 основного бизнес-процесса приема ребенка в баскетбольный клуб, которая описывает её внешние входы и выходы, механизмы и управление.

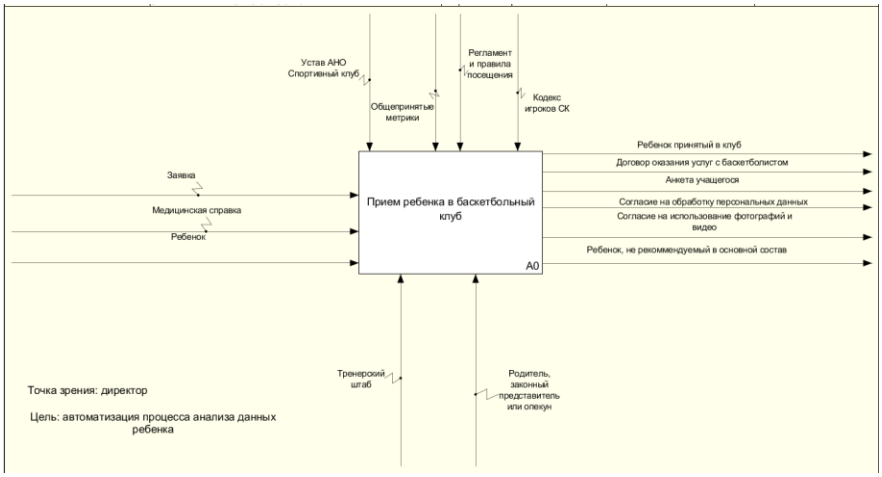


Рис. 1. Функциональная модель процесса «Прием ребенка в баскетбольный клуб» в нотации IDEF0. Контекстный (A0) уровень

Более подробное описание процесса представлено на рис. 2, функциональная модель процесса «Прием ребенка в баскетбольный клуб» в нотации IDEF0 – главная диаграмма. Эта диаграмма предназначена для наглядного отображения и систематизации ключевых элементов процесса, а также для анализа взаимосвязей между ними [3].

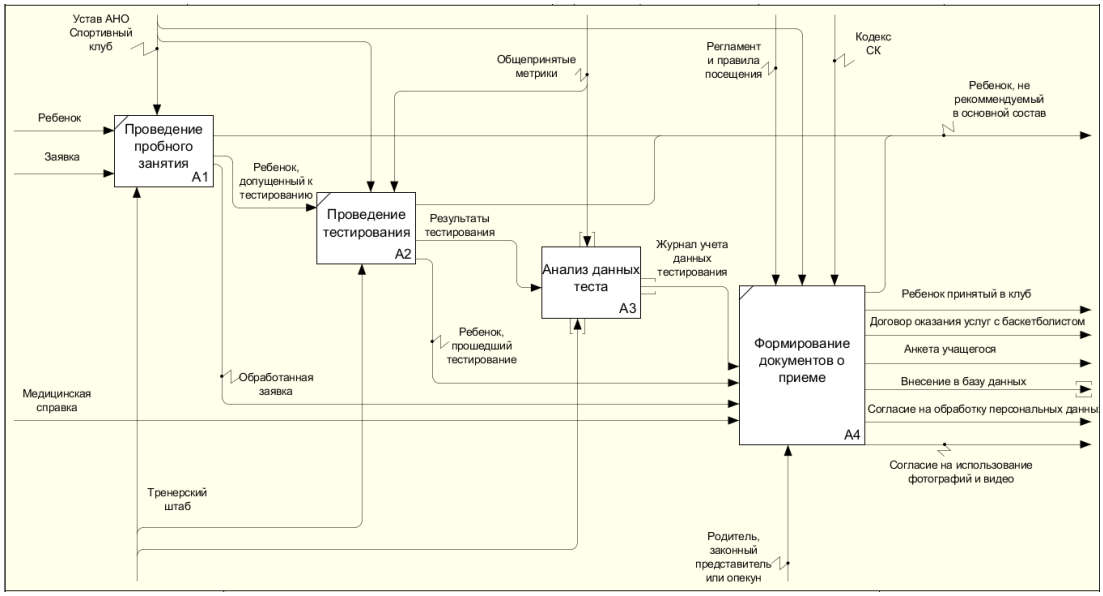


Рис. 2. Функциональная модель процесса «Прием ребенка в баскетбольный клуб» в нотации IDEF0. Главная диаграмма

Для детального рассмотрения одной из важных функций анализа данных теста, декомпозиции первого уровня, была выбрана нотация DFD (диаграмма потоков данных), представленная на рис. 3. Она позволила подробно рассмотреть функции, предложенные к автоматизации [4].

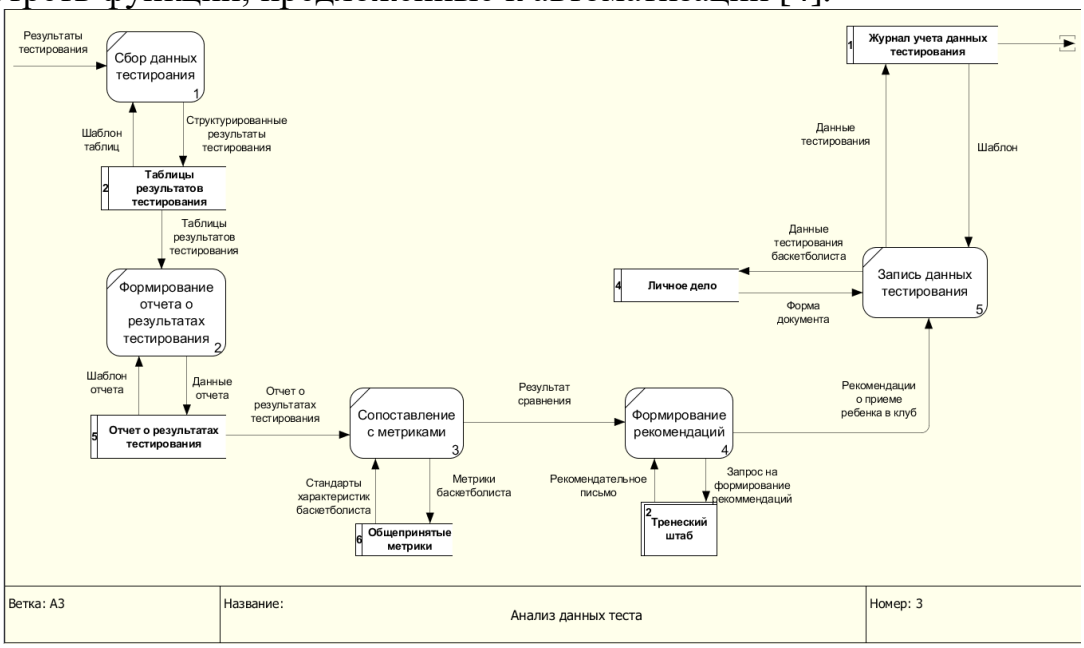


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции функции «Анализ данных теста» в нотации DFD

В результате исследования бизнес-процесса и построения модели были выявлены следующие «узкие места»:

– избыточные временные затраты на обработку данных;

– повышенная нагрузка на тренерский штаб;

– высокая вероятность возникновения ошибок;

– вероятность потери документов.

На основании выявления «узких мест» бизнес-процесса было принято управленческое решение об автоматизации данного бизнес-процесса и создании автоматизированной системы с возможностью анализа данных. Это решение направлено на уменьшение временных затрат на обработку данных, снижение нагрузки на тренерский штаб и вероятности возникновения ошибки.

Источники

1. Махмутова М.В., Гаврилова И.В., Масленников Н.В. Автоматизация деятельности спортивной организации // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2021. Т. 12. № 1. С. 51-54.

2. Масленников Н.В., Махмутова М.В. Автоматизация организационных процессов образовательного учреждения спортивной направленности // В сборнике: Новые информационные технологии в образовании. Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Д.В. Чистова. Москва, 2021. С. 171-173.

3. Назарова О. Б., Масленникова О.Е. Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие // Изд-во ФЛИНТА, 2023. С. 261.

4. Новикова Т.Б., Назарова О.Б., Петеляк В.Е. IDEF0, DFD, IDEF3, FISHBONE, FTA: теория и практика бизнесмоделирования: учеб. пособие // Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. С. 39-54.

УДК 004.94:004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ ПОЧЕК

Загородняя Елизавета Валерьевна
Московский политехнический университет, г. Москва, Россия
lizazagor@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение искусственного интеллекта и цифровых двойников для диагностики и прогнозирования хронической болезни почек (ХБП). Анализируются современные методы машинного обучения, их эффективность и перспективы интеграции цифровых моделей пациентов. Особое внимание уделяется проблемам нехватки данных, конфиденциальности и адаптации технологий. Предложен подход к созданию цифрового двойника пациента с ХБП для персонализированного прогнозирования и лечения.

Ключевые слова: хроническая болезнь почек (ХБП), искусственный интеллект, цифровые двойники, машинное обучение, прогнозирование, диагностика, почечная недостаточность, медицинские данные, персонализированная медицина.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF CHRONIC KIDNEY DISEASE

Zagorodnyaya Elizaveta Valeryevna
Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia
lizazagor@mail.ru

Abstract. The article examines the application of artificial intelligence and digital twins for the diagnosis and prognosis of chronic kidney disease (CKD). Modern machine learning methods, their effectiveness, and the prospects for integrating digital patient models are analyzed. Particular attention is paid to issues of data scarcity, confidentiality, and technology adaptation. An approach to creating a digital twin of a CKD patient for personalized prediction and treatment is proposed.

Keywords: chronic kidney disease (CKD), artificial intelligence, digital twins, machine learning, prediction, diagnosis, kidney failure, medical data, personalized medicine.

Хроническая болезнь почек представляет собой одну из наиболее актуальных глобальных проблем здравоохранения, распространенность хронической болезни почек (ХБП) среди населения составляет 10–13%, достигая 20% в группах высокого риска [1]. Рост распространенности ХБП делает ее все более значимой проблемой для системы здравоохранения. Одной

из основных сложностей является поздняя диагностика, так как на ранних стадиях заболевание часто протекает бессимптомно, что затрудняет его своевременное выявление. Это, в свою очередь, снижает эффективность традиционных методов диагностики и лечения, увеличивая вероятность тяжелых осложнений, включая сердечно-сосудистые заболевания и почечную недостаточность.

Одной из перспективных технологий является интеграция ИИ с концепцией цифровых двойников – виртуальных моделей, представляющих динамические копии реальных пациентов. Цифровые двойники позволяют проводить симуляцию сценариев лечения и прогнозировать эффективность различных терапевтических стратегий. Актуальность таких технологий возрастает на фоне роста заболеваемости хроническими заболеваниями, включая почечную недостаточность. По данным Национального института диабета и заболеваний пищеварительной системы и почек (NIDDK), количество случаев хронической почечной болезни и почечной недостаточности продолжает расти, что можно отслеживать через инструменты, такие как USRDS (United States Renal Data System), предоставляющие подробную информацию о заболеваемости, числе новых случаев и состоянии пациентов. Согласно данным с этого сайта, число новых случаев энд-stage renal disease (ESRD) увеличивается, что подчеркивает необходимость инновационных решений, таких как цифровые двойники, для прогнозирования и лечения ХБП [2].

Современные подходы и проблемы в применении искусственного интеллекта и цифровых двойников для выявления хронической болезни почек.

Современные исследования в области ИИ и машинного обучения подчеркивают их значительный потенциал в диагностике и прогнозировании ХБП. Заболевание, характеризующееся ухудшением функции почек, требует эффективных методов раннего выявления и прогнозирования прогрессирования для снижения риска почечной недостаточности и других осложнений.

В статье «Chronic kidney disease prediction using machine learning techniques» говорится о проблеме хронической болезни почек (ХБП), которая является одной из ключевых причин смертности и заболеваемости среди неинфекционных патологий. Подчеркивают значимость своевременного и точного определения стадий ХБП для снижения риска осложнений, таких как гипертония, анемия, метаболические нарушения, кислотно-щелочные дисбалансы и неврологические расстройства. В рамках исследования анализируются как бинарные, так и многоклассовые методы классификации, включая случайный лес (RF), метод опорных векторов (SVM) и деревья решений (DT). Для оптимизации выбора признаков использованы дисперсионный анализ и метод рекурсивного исключения признаков с кросс-валидацией. Оценка точности моделей проводилась с применением

десятикратной кросс-валидации, и в ходе экспериментов было установлено, что наилучшие результаты демонстрирует случайный лес в сочетании с рекурсивным исключением признаков [3].

В статье «Artificial Intelligence in Kidney Disease: A Comprehensive Study and Directions for Future Research» рассматриваются достижения и вызовы в применении ИИ для диагностики и прогноза ХБП. Например, сверточные нейронные сети (CNN) эффективно анализируют медицинские изображения, выявляя изменения в почках, которые трудно обнаружить традиционными методами [4].

Применение цифровых двойников в диагностике и прогнозировании ХБП остается малоизученной областью. Однако цифровые двойники уже находят применение в кардиологии. В статье «The health digital twin to tackle cardiovascular disease – a review of an emerging interdisciplinary field» анализируется использование цифровых двойников для мониторинга и прогнозирования сердечно-сосудистых заболеваний, таких как гипертония и ишемическая болезнь сердца [5]. Эти подходы могут быть адаптированы для диагностики и прогнозирования ХБП.

Среди проблем применения ИИ при выявлении ХБП – нехватка качественных и разнообразных данных, что затрудняет создание точных предсказательных моделей. Хотя цифровые двойники продемонстрировали эффективность в кардиологии, их применение в нефрологии требует дальнейших исследований. Создание персонализированных виртуальных моделей, учитывающих особенности пациентов с ХБП, требует разработки алгоритмов, способных точно отражать динамику заболевания и прогнозировать его развитие. Кроме того, использование ИИ в медицине вызывает вопросы конфиденциальности данных и защиты персональной информации пациентов.

Реализация предложенных решений для создания цифрового двойника пациента с ХБП.

Для создания цифрового двойника пациента с ХБП можно начать с разработки упрощенной модели, учитывающей базовые медицинские параметры, такие как уровень креатинина, альбуминурия и другие клинические показатели.

Принципы цифровых двойников, успешно применяемые в кардиологии, могут быть адаптированы для ХБП с учетом специфики почечных заболеваний. Основные аспекты, которые следует учитывать:

1. Моделирование функций почек: создание виртуальных моделей, учитывающих скорость клубочковой фильтрации, уровень креатинина, альбуминурию и другие показатели.

2. Использование данных пациентов: интеграция информации о пациентах для точного моделирования динамики заболевания.

3. Персонализированный подход: формирование цифровых двойников, учитывающих индивидуальные характеристики пациентов.

4. Прогнозирование осложнений: оценка риска почечной недостаточности, необходимости диализа, трансплантации, а также реакции на лечение.

Для успешной реализации модели критически важно наличие качественного набора данных, включающего информацию о пациенте, клинические показатели, диагностические данные, а также сведения о текущем лечении и его эффективности. Такой подход позволит прогнозировать прогрессирование заболевания и риск осложнений.

Результатом станет создание цифрового двойника пациента, моделирующего изменения состояния почек в зависимости от динамики медицинских параметров. Виртуальная модель позволит прогнозировать прогрессирование ХБП, включая риск почечной недостаточности, а также поможет в ранней диагностике и оценке эффективности лечения.

Источники

1. Распространенность хронической болезни почек в странах мира» Библиотека врача [Электронный ресурс]. https://lib.medvestnik.ru/articles/Rasprostranennost-hronicheskoi-bolezni-pochek-v-stranah-mira.html?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 27.03.2025)

2. ESRD Incident Count - USRDS – NIDDK [Электронный ресурс]. https://www.niddk.nih.gov/about-niddk/strategic-plans-reports/usrds/data-query-tools/esrd-incident-count (дата обращения: 27.03.2025)

3. Chronic kidney disease prediction using machine learning techniques [Электронный ресурс]. https://www.researchgate.net/publication/365611855_Chronic_kidney_disease_prediction_using_machine_learning_techniques (дата обращения: 27.03.2025)

4. Artificial Intelligence in Kidney Disease: A Comprehensive Study and Directions for Future Research [Электронный ресурс]. https://www.mdpi.com/2075-4418/14/4/397?utm_source

5. The health digital twin to tackle cardiovascular disease-a review of an emerging interdisciplinary field – PubMed [Электронный ресурс]. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36028526/

УДК 004.724.6:338.2

ВЛИЯНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИТ-ПРОЕКТОВ

Зайдуллина Эльвина Расилевна, Коврижных Ольга Евгеньевна
КГЭУ, Казань, Россия
e.zaydullina@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение облачных технологий и их влияние на экономическую эффективность ИТ-проектов в условиях цифровизации экономики российских предприятий. Анализируется воздействие облачных вычислений на капитальные и операционные затраты, а также их роль в повышении прямых (снижение затрат), качественных (улучшение взаимодействия и оперативности) и косвенных (рост конкурентоспособности) показателей деятельности компаний.

Ключевые слова: облачные технологии, экономическая эффективность, ИТ-проекты, цифровизация экономики, затраты, эффекты

IMPACT OF CLOUD TECHNOLOGIES ON THE ECONOMIC EFFICIENCY OF IT PROJECTS

Zaydullina Elvina Rasilevna, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
e.zaydullina@list.ru

Abstract. The article examines the use of cloud technologies and their impact on the economic efficiency of IT projects in the context of the digitalization of the economy of Russian enterprises. The impact of cloud computing on capital and operating costs is analyzed, as well as its role in increasing direct (cost reduction), qualitative (improved interaction and efficiency) and indirect (increased competitiveness) performance indicators of companies.

Keywords: cloud technologies, economic efficiency, IT projects, digitalization of the economy, costs, effects

В условиях цифровизации экономики предприятия вынуждены адаптироваться к новым реалиям, где локальные ИТ-системы постепенно уступают место облачным технологиям. Цифровизация экономики подразумевает интеграцию информационных технологий в бизнес-процессы, что позволяет оптимизировать работу организации и повышать её конкурентоспособность [1]. Одним из ключевых элементов этой трансформации является переход на облачные решения, которые

предоставляют возможность аренды вычислительных мощностей, хранения данных и программного обеспечения по подписке, а не покупки дорогостоящего оборудования. Такой подход позволяет существенно сократить капитальные затраты, поскольку организации перестают инвестировать значительные средства в приобретение серверов, системы хранения и вспомогательного оборудования. Например, предприятия могут отказаться от покупки локальной памяти для каждого компьютера, поскольку данные и приложения размещаются в облаке, что снижает общую себестоимость владения ИТ-инфраструктурой.

Облачные технологии применяются во всех направлениях деятельности организации [2]. В производстве они используются для мониторинга и управления технологическими процессами с помощью Интернета вещей (IoT) и аналитики больших данных, что позволяет проводить прогнозирование технического состояния оборудования и минимизировать время простоя. В финансовом секторе облачные решения применяются для автоматизации обработки транзакций, управления рисками и обеспечения безопасности платежных систем, что способствует сокращению операционных расходов и ускорению бизнес-процессов. В образовательных учреждениях переход на облачные платформы позволяет унифицировать доступ к учебным материалам, организовывать дистанционное обучение и проводить совместную работу преподавателей и студентов, что повышает качество образования и снижает затраты на ИТ-поддержку. Кроме того, облачные сервисы активно используются в государственном управлении для оптимизации процессов предоставления государственных услуг, организации электронного документооборота и обеспечения прозрачности работы государственных структур.

В ИТ-проектах необходимо различать три группы эффектов: прямые, качественные и косвенные. Прямые эффекты напрямую связаны с первоначальными целями ИТ-проекта и могут быть измерены в стоимостной форме [3].

Прямые эффекты от внедрения облачных технологий проявляются, прежде всего, в снижении затрат на покупку и обслуживание ИТ-оборудования, уменьшении расходов на энергообеспечение и охлаждение серверов, а также в оптимизации затрат на ИТ-поддержку. Например, использование облачных хранилищ данных позволяет организациям не вкладывать значительные средства в локальные системы хранения, что отражается на снижении общих расходов. Однако эффективность таких решений зависит от качества интернет-соединения: стабильный и быстрый интернет является обязательным условием для корректной работы облачных сервисов, что может представлять собой ограничение в регионах с недостаточной инфраструктурой.

Качественные эффекты облачных технологий проявляются в улучшении совместной работы сотрудников, повышении оперативности управленческих решений и улучшении качества бизнес-процессов [4]. Облачные платформы обеспечивают возможность одновременного доступа к данным из разных точек, что значительно ускоряет процессы коммуникации и совместной работы. Это позволяет менеджерам принимать более оперативные решения, основанные на актуальной информации, а также способствует более эффективной организации работы команд, особенно в условиях удаленного формата труда. Помимо этого, облачные технологии способствуют повышению прозрачности процессов в организации, улучшая контроль за выполнением задач и обеспечивая возможность быстрого масштабирования ИТ-ресурсов в соответствии с изменениями рыночного спроса.

Косвенные эффекты внедрения облачных технологий связаны с усилением конкурентных преимуществ компании за счёт гибкости и адаптивности ИТ-систем, что позволяет быстрее реагировать на изменения внешней среды и использовать возможности цифровой трансформации для разработки новых продуктов и услуг [5]. Улучшение управленческих процессов и повышение качества аналитики, основанной на данных, ведут к повышению уровня удовлетворенности клиентов и укреплению репутации предприятия на рынке.

Изучение влияния облачных технологий на экономическую эффективность ИТ-проектов приобретает особую значимость: оно не только позволяет выявить ключевые экономические выгоды, такие как сокращение капитальных затрат и оптимизация операционных расходов, но и способствует формированию стратегий, направленных на повышение конкурентоспособности компаний в условиях жесткой рыночной конкуренции.

Применение облачных технологий существенно способствует снижению общих затрат на создание и сопровождение ИТ-инфраструктуры, что положительно сказывается на экономической эффективности проектов.

Перенос вычислительных мощностей и сервисов в облако позволяет уменьшить потребность в капитальных вложениях и оптимизировать операционные расходы.

Также облачные решения обеспечивают высокую гибкость и масштабируемость, что является важным преимуществом при динамичном изменении рыночных условий. Такая адаптивность позволяет оперативно реагировать на изменения спроса и технологические вызовы, улучшая коэффициент возврата инвестиций.

Кроме того, использование облачных платформ способствует ускорению разработки и внедрения ИТ-решений благодаря доступу к передовым технологиям, автоматизированным процессам и высоким стандартам

безопасности. Немаловажно, что интеграция облачных технологий улучшает процессы мониторинга и анализа данных, что в свою очередь повышает прозрачность и управляемость IT-проектов, способствуя их успешному завершению.

Таким образом, исследования подтверждают, что облачные технологии оказывают заметное влияние на экономическую эффективность ИТ-проектов, способствуя снижению затрат, улучшению масштабируемости и повышению оперативности принятия решений.

Источники

1. Облачные сервисы для бизнеса: виды, преимущества и перспективы развития [Электронный ресурс]. https://itglobal.com/ru-ru/company/blog/cloud-services-for-business/ (дата обращения: 15.03.2025).
2. Облачные сервисы (рынок России) [Электронный ресурс]. https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Облачные_сервисы_(рынок_России) (дата обращения: 15.03.2025).
3. Коврижных О.Е. Виды эффектов ИТ-проектов: проблемы идентификации и оценки // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 1(51). С. 136-139.
4. Российский рынок облачных сервисов в 2025 г. увеличит рост [Электронный ресурс]. https://www.comnews.ru/content/236990/2025-01-09/2025-w02/1007/rossiyskiy-rynok-oblachnykh-servisov-2025-g-uvelichit-rost (дата обращения: 16.03.2025).
5. Почти 100% российских компаний перешли на использование облачных технологий / Digital [Электронный ресурс]. URL: https://adindex.ru/news/digital/2025/01/23/330232.phtml (дата обращения: 17.03.2025).

УДК 004.9:658.5

РОЛЬ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

Зайдуллина Эльвина Расилевна, Смирнов Юрий Николаевич
КГЭУ, Казань, Россия
e.zaydullina@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается роль цифрового производства в современной цифровой экосистеме. Анализируется применение Интернета вещей (IoT), облачных вычислений, цифровых двойников и аналитики больших данных в формировании гибких и эффективных промышленных процессов. Освещается взаимодействие цифрового производства с системами управления цепочками поставок (SCM), ERP и CRM, а также автоматизация контроля качества и интеграция с логистическими системами. Подчеркивается значение цифрового производства для создания единого информационного пространства и обеспечения устойчивого развития предприятий в рамках цифровой трансформации.

Ключевые слова: цифровое производство, цифровая экосистема, IoT, облачные вычисления, цифровые двойники, SCM, ERP, CRM.

THE ROLE OF DIGITAL PRODUCTION IN THE DIGITAL ECOSYSTEM

Zaydullina Elvina Rasilevna, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Kazan, Russia
e.zaydullina@list.ru

Abstract. The article considers the role of digital production in the modern digital ecosystem. It analyzes the application of the Internet of Things (IoT), cloud computing, digital twins and big data analytics in the formation of flexible and efficient industrial processes. The interaction of digital production with supply chain management (SCM), ERP and CRM systems is highlighted, as well as quality control automation and integration with logistics systems. The importance of digital production for creating a unified information space and ensuring sustainable development of enterprises within the framework of digital transformation is emphasized.

Keywords: digital production, digital ecosystem, IoT, cloud computing, digital twins, SCM, ERP, CRM.

Цифровое производство является неотъемлемой частью современной цифровой экосистемы, объединяя передовые технологии и создавая условия для гибкого, устойчивого и эффективного управления промышленными процессами. Оно формирует основу для взаимодействия различных элементов

производственно-логистической цепочки, включая поставщиков, потребителей, логистические компании и управленческие системы [1].

Ключевой особенностью цифрового производства является интеграция технологий Интернета вещей (IoT), облачных вычислений, цифровых двойников и аналитики больших данных [2]. Это обеспечивает постоянный обмен информацией между физическими объектами и их виртуальными моделями, что позволяет в реальном времени контролировать состояние оборудования, прогнозировать возможные сбои и оптимизировать производственные процессы. Например, цифровые двойники производственных линий дают возможность тестировать новые конфигурации и сценарии без необходимости в дорогостоящих физических испытаниях.

В рамках цифровой экосистемы цифровое производство играет центральную роль в координации всех этапов жизненного цикла продукции. Оно связано с системами управления цепочками поставок (SCM), которые используют данные из производственных процессов для оптимизации логистики и минимизации задержек [3]. Аналитика спроса, основанная на данных из ERP и CRM-систем, позволяет предсказывать потребности рынка и корректировать объемы производства, снижая издержки и исключая избыточные запасы.

Еще одной значимой составляющей является автоматизация процедур контроля качества. Интеллектуальные системы мониторинга в режиме реального времени обрабатывают данные, обнаруживая дефекты продукции и предсказывая потенциальные отклонения в технологическом процессе [4]. Это способствует не только улучшению качества конечного изделия, но и уменьшению затрат на доработку и гарантийное обслуживание.

Цифровое производство также интегрируется с логистическими и транспортными системами, обеспечивая их синхронизацию с производственными мощностями [5]. Например, автоматизированное планирование загрузки складов и транспортных потоков позволяет минимизировать простои, снижать затраты на хранение и повышать скорость поставок. Система предиктивной аналитики может заранее оценивать возможные сбои в поставках и корректировать логистические схемы.

Таким образом, цифровое производство не только преобразует традиционные промышленные процессы, но и становится основным элементом цифровой экосистемы [6]. Оно интегрирует все уровни производственной деятельности − от проектирования до поставок и обслуживания − формируя единое информационное пространство. Внедрение этих технологий способствует повышению адаптивности предприятий, снижению операционных расходов и обеспечению устойчивого развития в условиях динамичного рынка.

Источники

1. Пудовкина О.Е. Формирование цифровой экосистемы промышленной кооперации на базе передовых цифровых платформ в условиях реиндустриализации // Вестник университета. 2020. № 9. С. 41-48.
2. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года [Электронный ресурс]. https://minpromtorg.gov.ru/storage/797ced43-043d-4b4e-b72b-3d36984adbc7/documents/3a3eaba0-c6e7-4094-ad3a-5bbf8f3048ce/1bde905b-0eae-45d4-81e9-37bc043f8311.pdf (дата обращения: 12.03.2025).
3. Август-Вильгельм Шеер. Индустрия 4.0: от прорывной бизнес-модели к автоматизации бизнес-процессов // А.-В. Шеер. Москва: Альпина Паблишер, 2021. С. 265.
4. Герасимов О.А. Интернет вещей и цифровая трансформация в управлении производством // Молодежь третьего тысячелетия: Сборник научных статей XLVIII региональной студенческой научно-практической конференции. В 2-х частях, Омск, 2024. С. 791-794.
5. Редакция «КОРУС Консалтинг». MES-системы: ключ к оптимизации производственных процессов [Электронный ресурс]. https://korusconsulting.ru/infohub/mes-sistemy/ (дата обращения: 13.03.2025).
6. Афанасьев А.А. Индустрия 4.0: к вопросу о перспективах цифровой трансформации промышленности в России // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13. № 3. С. 1427-1446.
7. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.
8. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 207-210.
9. Хаджиева Л.К., Халидов А.А., Хагаева А.В. Цифровизация и автоматизация производства в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 443-446.
10. Цеева Ф.М., Верещагина А.С., Николаева С.Г. Автоматизация производства с использованием нейронных сетей и глубокого обучения // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, № 12(153). С. 12-19.

УДК 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Закирова Сабина Ильдаровна, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
sabinazakirova097@gmail.com

Аннотация. Инженерная графика, как фундаментальная дисциплина, изучающая способы изображения пространственных форм на плоскости, приобретает новую актуальность в свете стремительного развития аддитивных технологий или 3D-печати. В данной статье будет рассмотрено, что представляют собой аддитивные технологии, как они связаны с принципами начертательной геометрии и в каких областях они находят применение. Особое внимание будет уделено тому, как знания в области инженерной графики необходимы для успешного проектирования и создания объектов с помощью аддитивных технологий.

Ключевые слова: инженерная графика, аддитивные технологии, 3D-печать.

APPLICATION ADDITIVE TECHNOLOGIES

Zakirova Sabina Ildarovna, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
sabinazakirova097@gmail.com

Abstract. Engineering graphics, as a fundamental discipline that studies ways to depict spatial shapes on a plane, is gaining new relevance in the light of the rapid development of additive technologies (AT), or 3D printing. This article will look at what additive technologies are, how they relate to the principles of descriptive geometry, and in what areas they find application. Special attention will be paid to how knowledge in the field of descriptive geometry is necessary for the successful design and creation of objects using AT.

Keywords: engineering graphics, additive technologies, 3D printing.

Аддитивные технологии (AT) (Additive Manufacturing) представляют собой совокупность методов послойного создания трехмерных объектов, деталей или вещей путем послойного добавления материала: пластика, металла, бетона. В отличие от традиционных методов обработки, таких как токарная или фрезерная, где форма детали получается путем удаления лишнего материала из заготовки, аддитивные технологии формируют объект, добавляя материал слой за слоем, опираясь на цифровые модели. Эти цифровые проекты, разработанные с использованием программ автоматизированного проектирования (CAD),

представляют собой трехмерные структуры, заданные координатами точек в пространстве. Здесь важна связь с начертательной геометрией: для разработки точной и технологичной трехмерной модели необходимо понимать принципы пространственного моделирования и уметь визуализировать объект в различных проекциях. Такие 3D-объекты создаются с использованием 3D-принтеров [1].

Процесс 3D-печати включает в себя несколько ключевых этапов [2]:

1. Создание цифровой модели.

На данном этапе происходит разработка трехмерной визуализации проектируемого объекта с использованием специализированных программных средств (CAD-программ, таких как Fusion 360, Blender и др.). Процесс моделирования включает в себя создание базовых геометрических фигур, их дальнейшую трансформацию, добавление необходимых элементов и текстурной отделки. Важно, чтобы полученная модель была полностью замкнутой, без каких-либо пропусков или пересечений, так как это может вызвать затруднения в процессе 3D-печати.

2. Экспорт 3D модели в STL формат.

После завершения моделирования, готовая модель экспортируется в формат STL (стандартный формат для обмена трехмерными данными, представляющий модель в виде множества треугольников, которые образуют ее поверхность).

3. Генерирование G-кода.

В STL-файле отсутствуют данные, необходимые для непосредственной 3D-печати. Для подготовки к печати применяют специализированные программы, называемые слайсерами (такие как Kisslicer или Skeinforge). Слайсер выполняет разделение 3D-модели на серию тонких горизонтальных сечений, определяя оптимальный маршрут печатающей головки для каждого из них, включая скорость перемещения, температуру экструдера, толщину слоя и другие параметры. В процессе слайсинга пользователь может задать множество настроек, влияющих на финальное качество изделия и время выполнения печати, например, толщину слоя, плотность заполнения или необходимость создания поддерживающих структур.

4. Подготовка 3D принтера к работе.

Перед началом печати необходимо подготовить 3D-принтер:

– проверка уровня рабочей поверхности: важно убедиться, что платформа находится в горизонтальном положении;

– загрузка нити (филамента): PLA, ABS, PETG и др. в соответствии с требованиями G-кода;

– прогрев сопла и платформы: принтер нагревается до необходимой температуры, указанной в G-коде;

– выбор режима печати: зависит от материала и модели;

– загрузка G-кода.

5. Печать 3D объекта.

Как только подготовительный этап завершен, стартует непосредственно печать. Устройство понемногу, слой за слоем, наносит расплавленный пластик на основание, воссоздавая 3D-объект в соответствии с инструкциями G-кода. Длительность этого этапа варьируется, занимая от нескольких минут до многих часов, что определяется габаритами и детализацией изделия. На протяжении всего процесса необходимо контролировать работу принтера, чтобы оперативно выявлять и решать возникающие трудности, такие как засорение печатающей головки или отклеивание модели от платформы.

6. Финишная обработка объекта.

Как правило, после изготовления на 3D-принтере, изделие нуждается в постобработке. Она включает в себя устранение опорных элементов, шлифовку, нанесение краски и лака, а также отделение от печатной платформы. На рисунке показан напечатанный корпус воздушного клапана после прохождения всех этапов финишной обработки.

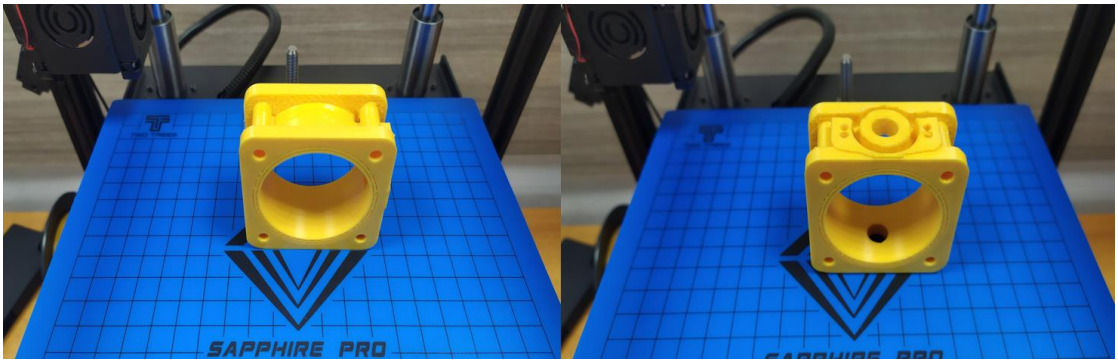


Рис. Распечатанная модель корпуса воздушного клапана

АТ (3D-печать) находят все более широкое применение во многих отраслях, благодаря своей способности создавать сложные геометрические формы и персонализированные изделия. Рассмотрим несколько примеров [3]:

– Авиационная промышленность: в авиационной индустрии они позволяют изготавливать облегченные и прочные компоненты, такие как лопатки турбин, крепления и элементы внутренней структуры, что способствует снижению веса самолета, повышению топливной экономичности и улучшению летных характеристик;

– Строительство: в строительстве АТ открывают возможности для создания архитектурных элементов сложной геометрии, недоступных для традиционных методов, а также для прототипирования зданий;

– Аэрокосмическая отрасль: аэрокосмическая отрасль, нуждающаяся в компонентах высокой точности и малого веса, использует АТ для производства деталей ракет, спутников и космических аппаратов;

– Судостроение: судостроение использует АТ для производства деталей судов, таких как пропеллеры и элементы корпуса, а также для создания моделей кораблей для испытаний и проектирования, что позволяет создавать более эффективные суда;

– Медицина и стоматология: в медицине и стоматологии АТ произвели революцию в создании персонализированных медицинских изделий, включая протезы, имплантаты, хирургические инструменты и модели органов для подготовки к операциям. В стоматологии АТ широко применяются для изготовления зубных коронок, мостов и других протезов.

Итак, АТ (3D-печать) играют все более важную роль в современном мире, трансформируя производство и дизайн. Их значение определяется способностью создавать сложные и персонализированные изделия, ускорять разработку новых продуктов, повышать эффективность производства и способствовать устойчивому развитию. АТ демократизируют производство, делая его доступнее для малого и среднего бизнеса, и открывают новые возможности в различных отраслях, от медицины до аэрокосмической промышленности [4,5]. Дальнейшее развитие АТ обещает еще более значительное влияние на экономику и общество.

Источники

1. Аддитивные технологии и их возможности [Электронный ресурс]. https://trends.rbc.ru/trends/futurology/6284222d9a79472c8b9a67bc (дата обращения: 13.03.25).

2. Этапы 3D-печати [Электронный ресурс]. https://www.orgprint.com/wiki/3d-pechat/Jetapy-3D-pechati (дата обращения: 13.03.25).

3. Применение аддитивных технологий [Электронный ресурс]. https://navimaks3d.com/oblasti-primeneniya/?ysclid=m87vb66unj868620087 (дата обращения: 13.03.25).

4. Зиангиров, А.Ф., Фархутдинов М.М., Хамитова Д.В. 3D моделирование и 3D печать // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р.З. Магарила: материалы конференции. Тюмень, 2022. С. 407-408.

5. Зиангиров, А.Ф., Мугинов А.М., Хамитова Д.В. 3D печать цифровой модели // Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения - 2022 «Энергетика и цифровая трансформация»: электронный сборник статей по материалам конференции: [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. Казань, 2022. Т. 3. С. 51-53.

УДК 004.051

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА УПРАВЛЕНЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИТ-ПРОЕКТОВ

Зарипова Кадрия Игоревна, Коврижных Ольга Евгеньевна
КГЭУ, Казань, Россия
kadriya.zaripova@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние организационных изменений на управленческую эффективность ИТ-проектов. Анализируются различные аспекты организационных изменений и их воздействие на проектную деятельность в сфере информационных технологий.

Ключевые слова: ИТ-проект, организационные изменения, управленческая эффективность, эффективность ИТ-проектов, трансформация бизнес-процессов.

IMPACT OF ORGANIZATIONAL CHANGES ON THE MANAGERIAL EFFICIENCY OF IT PROJECTS

Zaripova Kadriya Igorevna, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
kadriya.zaripova@yandex.ru

Abstract. The article examines the impact of organizational changes on the managerial effectiveness of IT projects. Various aspects of organizational changes and their impact on project activities in the field of information technology are analyzed.

Keywords: IT project, organizational changes, managerial efficiency, efficiency of IT projects, transformation of business processes.

В цифровой экономике использование информационных технологий становится неотъемлемой частью деловой практики предприятий, не только для улучшения их конкурентоспособности, но и для обеспечения их устойчивого развития [1]. В таких условиях все больше проектов, внедряемых для улучшения бизнеса, являются ИТ-проектами, основой которых являются информационные технологии, предоставляя необходимые инструменты и ресурсы для их реализации [2].

Сложность и многоаспектность ИТ-проектов определяют разнообразие эффектов от их реализации. Помимо экономических и технологических результатов, особое значение приобретает управленческий эффект, связанный с оптимизацией процессов принятия решений, улучшением коммуникаций и повышением общей организационной эффективности.

Управленческую эффективность можно оценить изменениями временных и качественных показателей решения бизнес-задач и их бизнес продуктов. В

частности, с помощью методов сетевого планирования и управления можно рассчитать коэффициент снижения продолжительности критического пути сетевого графа реализации бизнес-процесса после внедрения ИТ-проекта [3].

Управленческая эффективность ИТ-проектов становится критическим фактором, определяющим не только успех конкретной инициативы, но и долгосрочную конкурентоспособность организации в целом.

На управленческую эффективность ИТ-проектов оказывает влияние множество факторов, среди которых можно выделить:

1. компетентность проектной команды и руководителя проекта;

2. качество методологии управления проектами и степень ее соответствия специфике задач;

3. технологическая инфраструктура поддержки процессов управления;

4. организационная структура проекта [4].

Последний фактор заслуживает особого внимания, поскольку организационные изменения непосредственно трансформируют среду реализации ИТ-проектов, воздействуя на все аспекты управленческой эффективности.

Организационные изменения представляют собой процесс перехода организации из текущего состояния в желаемое будущее состояние с целью повышения эффективности деятельности [4]. В контексте влияния на ИТ-проекты наиболее значимыми являются следующие виды организационных изменений:

1. структурные изменения – модификация организационной структуры, пересмотр иерархии и каналов подчинения, изменение распределения полномочий и ответственности;

2. процессные изменения – трансформация бизнес-процессов, внедрение новых методологий и стандартов работы, изменение процедур и регламентов;

3. культурные изменения – трансформация корпоративной культуры, ценностей, норм поведения и взаимодействия сотрудников;

4. технологические изменения – внедрение новых информационных систем, изменение технологического ландшафта организации;

5. кадровые изменения – существенные изменения в составе персонала, реорганизация команд, смена ключевых руководителей [5].

Организационные изменения оказывают комплексное воздействие на управленческую эффективность ИТ-проектов, которое может иметь как положительные, так и отрицательные аспекты. Понимание этого воздействия необходимо для разработки стратегий, позволяющих максимизировать позитивные эффекты и минимизировать негативные последствия.

Организационные преобразования в краткосрочной перспективе могут создавать значительные препятствия для эффективного управления ИТ-проектами.

Во-первых, организационные изменения часто приводят к временной дезориентации сотрудников, неопределенности в распределении ролей и ответственности. Это может вызвать снижение производительности проектных команд и замедление процессов принятия решений, что критично для соблюдения сроков ИТ-проектов.

Во-вторых, изменения в процессах управления и коммуникационных каналах могут привести к потере важной информации и нарушению координации между участниками проекта.

В-третьих, организационные изменения часто сопровождаются кадровыми перестановками, которые могут приводить к потере критически важных знаний и опыта. Уход ключевых специалистов или руководителей проекта может существенно повлиять на качество и сроки реализации ИТ-проектов, особенно если не обеспечен эффективный трансфер знаний.

Наконец, организационные изменения могут создавать дополнительные риски для информационной безопасности ИТ-проектов, особенно в переходные периоды, когда происходит адаптация к новым системам и процессам [5].

Несмотря на краткосрочные вызовы, организационные изменения могут значительно повысить управленческую эффективность ИТ-проектов в долгосрочной перспективе. Правильно реализованные организационные изменения создают основу для устойчивого роста эффективности проектного управления [6].

Во-первых, организационные изменения могут улучшению координации между различными подразделениями компанииспособствовать сокращению дублирующих функций, устранению избыточных согласований и повышению прозрачности в распределении обязанностей. Это особенно важно для ИТ-проектов, реализуемых в динамично меняющейся технологической среде, где скорость реакции на изменения является критическим фактором успеха.

Во-вторых, перестроение корпоративной культуры в сторону большей ориентированности на результат, ответственности и сотрудничества может повысить вовлеченность персонала и снизить сопротивление новым инициативам. При правильном подходе такие изменения способствуют более эффективному взаимодействию сотрудников, улучшению обмена информацией и формированию атмосферы доверия внутри коллектива.

В-третьих, организационные изменения помогают повысить инновационную активность в компании. Применение новых методов управления, технологических решений и бизнес-моделей позволяет компании находить более эффективные пути решения текущих задач и быстрее адаптироваться к новым вызовам.

Наконец, привлечение новых специалистов и руководителей с опытом работы в других организациях может обогатить проектные команды новыми

идеями, методологиями и подходами. Компании, успешно интегрирующие внешний опыт в свои проектные практики, демонстрируют на 30% более высокие показатели успешности ИТ-проектов.

Таким образом, в краткосрочной перспективе организационные изменения часто приводят к временному снижению управленческой эффективности ИТ-проектов, связанному с необходимостью адаптации к новым условиям. Однако при грамотном управлении процессом трансформации и применении соответствующих стратегий минимизации рисков, в долгосрочном периоде организационные изменения могут стать катализатором повышения управленческой эффективности ИТ-проектов.

Ключом к успеху является не противодействие изменениям, а интеграция механизмов адаптации к организационным трансформациям в саму методологию управления проектами. Руководителям ИТ-проектов необходимо рассматривать организационные изменения не как внешний риск, а как стратегическую возможность для совершенствования процессов управления и повышения общей эффективности проектной деятельности.

Источники

1. Филатова К.А., Коврижных О.Е. Информационные технологии как инструмент управления волонтерской деятельностью: оптимизация учета времени и ресурсов // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 12. № 2(155). С. 11-16.

2. Коврижных О.Е. Виды эффектов ИТ-проектов: проблемы идентификации и оценки / О. Е. Коврижных // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 1(51). С. 136-139.

3. Смирнов Ю.Н., Сидорова Е. А. Методика обоснования эффективности инвестиций в инновационный процессно-продуктовый менеджмент // Интеграл. 2010. № 3. С. 78-79.

4. Беляев М.К., Соколова С.А. Управление организационными изменениями: учебное пособие // М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград, 2016.

5. Томпсон Е.А. Управление изменениями в IT проектах // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 35. С. 1272-1282.

6. Johnson M.R., Miller S.P. Change Management in IT Projects: A Comparative Analysis of Traditional and Agile Approaches // Journal of Project Management Studies. 2022. Vol. 15. №. 2. P. 87-102.

УДК 004.896

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Зарипова Кадрия Игоревна, Смирнов Юрий Николаевич
КГЭУ, Казань, Россия
kadriya.zaripova@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается такое понятие, как цифровые двойники систем управления технологическими процессами, описываются основные этапы создания и принципы работы, преимущества и недостаткам использования цифровых двойников в управлении технологическими процессами. Рассматриваются перспективные направления использования технологии, подкрепленные конкретными примерами успешной реализации на российских производственных предприятиях.

Ключевые слова: цифровой двойник, автоматизированная система управления технологическими процессами, модель, оптимизация, мониторинг.

DIGITAL TWINS OF PROCESS CONTROL SYSTEMS

Zaripova Kadriya Igorevna, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Kazan, Russia
kadriya.zaripova@yandex.ru

Abstract. This article discusses such a concept as digital twins of process control systems, describes the main stages of creation and principles of operation, advantages and disadvantages of using digital twins in automated process control systems. Promising areas of technology use are considered, supported by concrete examples of successful implementation at Russian manufacturing enterprises.

Keywords: digital twin, automated process control system, model, optimization, monitoring.

В условиях четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0) цифровые двойники становятся ключевым инструментом трансформации систем управления технологическими процессами. Впервые концепцию описал в 2002 году Майкл Гривс, выделив три основные части: физический продукт в реальном пространстве, виртуальный продукт в виртуальном пространстве, данные и информация, объединяющие виртуальный и физический продукт.

Цифровой двойник системы управления технологическим процессом представляет собой виртуальную модель, которая в реальном времени отражает

состояние и поведение физической системы. В отличие от традиционных моделей, цифровые двойники обеспечивают двунаправленную синхронизацию с реальным объектом и способны прогнозировать его поведение [1].

Функциональная возможность цифровых двойников заключается в их способности прогнозировать динамику и состояние физических объектов на базе агрегированной информации с датчиков и сенсоров. Благодаря этому обслуживающий персонал и технические специалисты получают инструмент для обоснованного принятия управленческих решений и совершенствования эксплуатационных характеристик производственного оборудования [2].

На рисунке 1 представлена схема взаимодействия цифровых двойников управления технологическими процессами с компонентами предприятия.

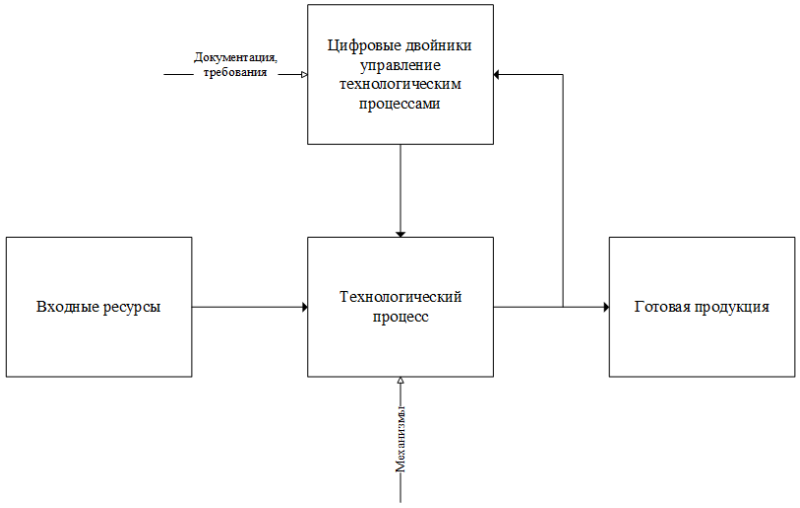


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов предприятий и цифровых двойников управления технологическими процессами

Анализ литературы позволил разработать классификацию цифровых двойников систем управления [2, 3].

По уровню детализации:

1. компонентные (моделируют отдельные элементы системы);
2. подсистемные (моделируют отдельные подсистемы);
3. комплексные (моделируют всю систему в целом).

По функциональному назначению:

1. мониторинговые (контроль состояния);
2. диагностические (выявление аномалий);
3. оптимизационные (определение оптимальных режимов);
4. обучающие (подготовка персонала).

По степени интеграции:

1. автономные (работают независимо от реальной системы);
2. полуинтегрированные (получают данные, но не воздействуют);

3. полностью интегрированные (реализуют двустороннее взаимодействие).

Понимание типологии цифровых двойников является основой для рассмотрения процесса их создания. Независимо от выбранного типа, разработка цифрового двойника проходит через определенные этапы, каждый из которых имеет свои особенности и технологические решения.

Этапы создания цифровых двойников систем управления технологическими процессами [3]:

1. Сбор и интеграция данных – состоит в сборе данных, относящихся к реальному объекту или системе. Эти данные могут быть получены с помощью датчиков Интернета вещей (IoT), измерительных устройств и других источников. Для этого используются современные технологии: deviceWISE для взаимосвязи контроллеров с базами данных, MQTT протокол для обмена сообщениями между устройствами, Apache Kafka для обработки потоков данных в реальном времени;

2. Моделирование – на основе собранных данных создается виртуальная модель, которая отражает реальный объект или систему. Применяются два основных подхода: объектно-ориентированный, декомпозирующий систему на отдельные объекты, и процессно-ориентированный, фокусирующийся на бизнес-процессах;

3. Синхронизация – цифровой двойник должен быть постоянно синхронизирован с реальным объектом, чтобы отражать его текущее состояние и изменения. Это достигается путем непрерывного обновления данных и параметров виртуальной модели;

4. Анализ и управление – цифровой двойник позволяет проводить аналитические операции, мониторинг, диагностику неисправностей и моделирование различных сценариев работы системы;

5. Обратная связь – полученные результаты анализа используются для улучшения реального объекта или системы.

Технологическая реализация цифровых двойников систем управления требует интеграции различных компонентов в единую архитектуру:

1. уровень данных, который включает SCADA-системы, OPC UA, промышленные шлюзы и базы данных временных рядов (InfluxDB, TimescaleDB) для сбора и хранения информации;

2. уровень моделирования, где используются MATLAB/Simulink, Aspen HYSYS, Python с библиотеками для научных вычислений для создания физических и алгоритмических моделей;

3. уровень аналитики, где применяются библиотеки машинного обучения (TensorFlow, PyTorch) и статистические методы для обнаружения аномалий и предиктивного анализа;

4. уровень визуализации, который реализуется с помощью Grafana, Power BI, Tableau и фреймворков для разработки веб-интерфейсов;

5. уровень интеграции, который основан на API, ESB-шинах и микросервисной архитектуре для взаимодействия с другими системами предприятия.

Создание цифровых двойников систем управления технологическими процессами сопряжено с определенными выгодами и ограничениями, которые необходимо учитывать при принятии решения о реализации подобных проектов [4]. К положительным сторонам относится:

1. повышение производительности благодаря оптимизации процессов и предсказанию сбоев;

2. снижение затрат на техническое обслуживание за счет перехода от планово-предупредительного к предиктивному обслуживанию;

3. улучшение качества продукции через точный контроль параметров;

4. возможность безопасного тестирования различных сценариев работы без риска для реального оборудования;

5. эффективное обучение персонала в условиях, максимально приближенных к реальным.

Среди недостатков следует отметить:

1. высокую стоимость разработки и внедрения;

2. необходимость обработки больших объемов данных;

3. потенциальные риски кибербезопасности;

4. сложность интеграции с действующими системами управления;

5. повышенные требования к квалификации персонала.

Несмотря на отмеченные сложности, практика показывает, что внедрение цифровых двойников в системы управления технологическими процессами дает значительный экономический эффект.

«Газпром нефть» создала цифровые двойники для моделирования и оптимизации процессов нефтедобычи. Внедрение позволило увеличить эффективность добычи на 5-7%, сократить энергозатраты на 4.8% и увеличить межремонтный период работы скважин на 30%.

ПАО «СИБУР Холдинг» внедрил цифровые двойники на нефтехимических производствах, в частности, цифровой двойник установки физико-химических процессов на предприятии «ЗапСибНефтехим». Оптимизация техпроцесса позволила сократить удельный расход дорогостоящих добавок на 12% без потери качества продукции, с экономическим эффектом около 50-60 млн рублей ежегодно.

Цифровые двойники становятся ключевым инструментом трансформации промышленности, позволяющим существенно повысить эффективность, надежность и безопасность производства. Основные технологические

тенденции включают внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения, развитие промышленного Интернета вещей (IIoT), использование облачных технологий, а также создание цифровых платформ для управления производством [5-8]. С учетом развития технологии, можно ожидать расширения областей применения цифровых двойников и повышения их доступности для предприятий различного масштаба.

Источники

1. Зинатуллина Р.Р., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники автоматизированных систем управления технологическими процессами // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 187-191.
2. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. О проектировании цифрового двойника системы нефтепродуктообеспечения // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 5. С. 161-164.
3. Смирнов Ю.Н., Каляшина А.В., Зиганшин Э.Ш. Интеграция автоматизированных систем управления как один из факторов повышения эффективности работы машиностроительного предприятия // Вестник МГТУ Станкин. 2021. №1(56). С.19-24.
4. Зарипова Р.С., Галямов Р.Р., Шарифуллина А.Ю. Организация производства в условиях цифровой экономики // Наука Красноярья. 2019. Т.8. № 1-2. С. 20-23.
5. Зарипова Р.С., Валеева Ю.С., Смирнов Ю.Н. [и др.] Цифровые технологии в решении проблем современности: монография // Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. С. 298.
6. Филимонова Т.К., Овсеенко Г.А., Мустафаев Т.А. Разработка имитационной информационно-математической модели деятельности предприятия // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 127-130.
7. Цеева Ф.М., Верещагина А.С., Николаева С.Г. Автоматизация производства с использованием нейронных сетей и глубокого обучения // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, № 12(153). С. 12-19.
8. Насурова З.А., Халидов А.А., Лугуева А.С. Искусственный интеллект: современные применения и перспективы развития // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 9, № 2(155). С. 110-115.

УДК 004

О СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛАХ ПЕРЕДАЧИ И ОБМЕНА ДАННЫМИ В СЕТЯХ IOT

Иванова Вилия Равильевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», Казань, Россия
vr-10@mail.ru

Аннотация. В материале представлено описание преимуществ применения устройств IoT, анализ применяемых протоколов связи для реализации и построения сети Интернета вещей (IoT), приведено описание необходимости применения узкополосной беспроводной сети связи для взаимодействия устройств IoT.

Ключевые слова: цифровизация, Интернет вещей, протокол передачи данных, сеть, IoT-устройства, беспроводные технологии, модель OSI, приложение. Сервер, узкополосная беспроводная сеть, LoRa, NB-IoT.

ABOUT NETWORK TRANSMISSION AND EXCHANGE PROTOCOLS DATA IN IOT NETWORKS

Ivanova Viliya Ravilievna
KSPEU, Kazan, Russia
vr-10@mail.ru

Abstract. The article describes the advantages of using IoT devices, analyzes the communication protocols used to implement and build the Internet of Things (IoT) network, and describes the need to use a narrow-band wireless communication network to interact with IoT devices.

Keywords: digitalization, Internet of Things, data transmission protocol, network, IoT devices, wireless technologies, OSI model, application. Server, narrow-band wireless network, LoRa, NB-IoT.

Растущий спрос на «умные» устройства, открывает широкое поле возможностей для использования технологии Интернета вещей (IoT). Согласно прогнозам, к концу 2025 года в мире будет подключено более 75 миллиардов устройств IoT. Благодаря росту технологической зрелости IoT технологии, будет наблюдаться доступность и активное ее использование в решении задач любой сложности [1-3].

По определению Интернет вещей является совокупностью сетей межмашинных коммуникаций и систем хранения и обработки данных. Использование результатов обработки позволяет проводить оптимизацию различных алгоритмов технологических задач. Помимо производственных решений, устройства IoT упрощают и повседневную жизнь за счет организации

автоматизированных систем управления. Такая организация – это специализированная сеть, которая объединяет устройства и шлюзы, а также осуществляет за счет применения широкого набора радио технологий обмен данными. Обязательным условием выбора протокола передачи данных должно быть обеспечение низкого энергопотребления. Поэтому чаще применяются технологии передачи данных с малым радиусом действия. К ним относится стандарт IEEE 802.11 и 802.15, который определяют набор протоколов беспроводной связи с использованием радиоволн (Wi-Fi) и видимого света (Li-Fi); протоколы с использованием сетей сотовой подвижной связи стандартов GSM – глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи, UMTS – технология сотовой связи третьего поколения (3G) и LTE – стандарт сетей четвёртого поколения (4G) [4-5].

В целях упрощения обслуживания различных датчиков и сенсоров, работающих от аккумуляторов долгий период времени, а также в дополнение к указанным протоколам связи, предлагается использование нового класса радио технологий – узкополосная беспроводная сеть связи для взаимодействия устройств IoT. Основным преимуществом такого класса стало использование при технической реализации беспроводных интерфейсов и возможность передачи данных малого объема на значительные расстояния.

Наиболее известным решением узкополосных сетей стал протокол LoRa (сокращение от Long Range) – проприетарный протокол с аппаратным модемом. В основе лежит собственный метод модуляции, основанный на технике расширения спектра, при котором данные кодируются широкополосными импульсами. При выполнении операции происходит уменьшение уровня спектральной плотности передаваемого сигнала, что затрудняет перехват передаваемых сообщений, также благодаря низкому уровню спектральной плотности системы связи могут использовать занятые участки радиочастотных диапазонов, не создавая помех другим. Главным преимуществом такой реализации выступает устойчивость к отклонениям частоты от номинального значения. Такое решение имеет еще одно преимущество, которое характеризуется упрощенными требованиями к оборудованию, тем самым обеспечивается сниженная стоимость задействованных усройств. Применение такой технологии предполагает использование чипов, управляемых внешним контроллером, дальность составляет до 50 км по прямой, количество устройств может достигать до 5 тыс./км^2.

Заметное место занимает для объединения устройств IoT технология NB-IoT. Основным отличием выступает использование этой технологией радиочастот в трех возможных вариантах: отдельный радиочастотный канал вне канала LTE, канал в защитной полосе радиочастот, а также за счет выделения полосы радиочастот в канале сети LTE. Таким образом, принципиальное отличие этой технологии заключается в другой разработке радиодоступа, предусматривающего в том числе с сетями LTE.

В действительности при функционировании сети IoT станция должна выполнять несколько задач, к которым относится поддержание одновременной работы большого количества устройств сети и обеспечение их подключения независимо от качества покрытия. В связи с возможностью поддержания широкого диапазона скоростей передачи данных технология IoT становится лидирующей по применению.

При сравнении двух лидирующих протоколов связи для сети IoT, сделаны следующие выводы:

– технология LoRA имеет преимущество построения сети IoT за счет экономии средств на применяемое оборудование, за счет возможности передачи данных на большие расстояния и низкое энергопотребление, что безусловно станет определяющим фактором при учете и мониторинге различных параметров на расстоянии; к недостаткам следует отнести подверженность к помехам из-за функционирования в нелицензируемых диапазонах связи, для которых важно ограничение мощности передачи данных.

– технология NB-IoT основана на технологии LTE, работает в лицензированных диапазонах связи и обеспечивает связь IoT надежным подключением.

Таким образом, технология NB-IoT обладает существенными преимуществами перед иными, а именно защита передаваемой информации, скорость передачи и требуемый объем передачи данных.

Источники

1. Герасюнин М.А., Иванова В.Р. Сравнение технологий передачи данных для экосистемы умного дома // Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники: Материалы VI Всероссийской научно-практической (с международным участием) конференции. Казань, 2024. С. 424-427.

2. Иванова В.Р., Жукова Ю.В. О построении систем с применением Iot-технологии // Проблемы и перспективы развития электроэнергетикии электротехники: Материалы V Всероссийской научно-практической (с международным участием) конференции, посвященной празднованию 55-летия КГЭУ. Казань, 2023. С. 89-92.

3. Иванова В.Р., Шарифуллин Б.Р. Инструменты Интернета вещей для автоматизации внутренних процессов организаций // XXIV Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета: Материалы конференции. Нижневартовск, 2022. С. 76-80.

4. ГОСТ Р 59026-2024. Информационные технологии. Интернет вещей. Протокол беспроводной передачи данных NB-IoT. Основные параметры.

5. Глушак Е.В., Куприянов А.В. Введение в Интернет вещей: учебное пособие // Издательство Самарского университета. Самара, 2023. С. 104.

УДК 336

БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ЗА ПРЕДЕЛАМИ КРИПТОВАЛЮТ

Ильина Анжелика Андреевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
anjelka97@yandex.ru

Аннотация. В последние годы технологии блокчейн привлекают все большее внимание не только в контексте криптовалют, но и в различных отраслях экономики и юриспруденции. Данная статья рассматривает основные аспекты применения блокчейн-технологий в финансовых и юридических системах, а также их потенциал для трансформации традиционных бизнес-процессов.

Ключевые слова: блокчейн, Bitcoin, криптовалюта, экономика, юридический сектор, финансовый сектор, DeFi, NFT.

BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES AND THEIR APPLICATION BEYOND CRYPTOCURRENCIES

Ilyina Anzhelika Andreevna
KSPEU, Kazan, Russia
anjelka97@yandex.ru

Abstract. In recent years, blockchain technologies have attracted increasing attention not only in the context of cryptocurrencies, but also in various sectors of the economy and law. This article examines the main aspects of the application of blockchain technologies in financial and legal systems, as well as their potential for transforming traditional business processes.

Keywords: blockchain, Bitcoin, cryptocurrency, economics, legal sector, financial sector, DeFi, NFT.

Блокчейн представляет собой распределенную базу данных, которая обеспечивает надежное и прозрачное хранение информации. Первый разработанный для поддержки криптовалют блокчейн Bitcoin нашел широкое применение в различных сферах, включая финансы, юриспруденцию, здравоохранение и логистику.

Блокчейн был впервые представлен в 2008 году в белой книге Сатоши Накамото, где была описана концепция Bitcoin [1]. С тех пор технология прошла через несколько ключевых этапов, включая появление Ethereum в 2015 году, который ввел смарт-контракты, и развитие DeFi и NFT в последние годы [2, 3]. Эти достижения стали основой для дальнейших инноваций и применения блокчейн-технологий в различных отраслях.

Блокчейн функционирует на основе распределенного реестра, который хранит данные в виде блоков, связанных между собой. Каждый блок содержит хэш предыдущего блока, что обеспечивает целостность данных. Консенсусные алгоритмы, такие как Proof of Work и Proof of Stake, играют ключевую роль в

обеспечении безопасности сети, позволяя участникам достигать согласия по поводу состояния реестра.

Блокчейн обеспечивает высокий уровень безопасности и остается устойчивым к атакам и мошенничеству благодаря криптографическим методам и децентрализованной природе, что особенно важно в финансовом и юридическом контексте.

В финансовом секторе для того, чтобы снизить затраты на переводы и ускорить процесс расчетов применяется блокчейн, который позволяет проводить мгновенные и безопасные трансакции без необходимости посредников, таких как банки. Примеры таких решений включают Ripple и Stellar, которые нацелены на международные переводы. Многие финансовые учреждения используют блокчейн для отслеживания и верификации транзакций это снижает риск мошенничества и увеличивает доверие обеспечивая высокий уровень прозрачности, так как все транзакции записываются в публичный реестр.

Блокчейн также позволяет создавать цифровые токены, представляющие реальные активы, такие как недвижимость или ценные бумаги, открывает новые возможности для инвестиций и ликвидности, позволяя дробить активы на более мелкие части и делать их доступными для широкой аудитории.

В юридической системе блокчейн может использоваться для упрощения процессов документооборота и минимизации рисков с помощью создания смарт-контрактов, которые автоматизируют выполнение условий соглашений [4].

Здесь блокчейн может использоваться для обеспечения надежного хранения юридических документов, таких как свидетельства о праве собственности или завещания. Запись будет являться неизменной и может служить доказательством в суде, что повысит уровень юридической защиты.

С помощью блокчейн-технологий можно минимизировать участие посредников в юридических процессах, таких как нотариусы или регистраторы это поможет снизить затраты, ускорить процессы и сделать их более доступными для граждан.

Существуют некоторые недостатки в применении блокчейн-технологий, такие как необходимость в технической грамотности пользователей и вопросы регулирования.

Обзор текущего состояния законодательства и регулирования блокчейн-технологий в разных странах показывает, что подходы варьируются от полного запрета до активного содействия инновациям. Например, в странах, таких как Эстония и Сингапур, активно разрабатываются законодательные инициативы, поддерживающие развитие технологий. В России же существует закон «О цифровых финансовых активах» (Закон № 259-ФЗ), который вступил в силу 1 января 2021 года [5]. Он определяет криптовалюты как цифровые права, но не признаёт их в качестве законного платежного средства. Центральный банк России занимает жесткую позицию по отношению к криптовалютам, подчеркивая риски

для финансовой системы и инвесторов. Он подписал документ о запрете на использование криптовалют для расчетов за товары и услуги. Варианты легализации криптовалют и популяризации технологии блокчейн обсуждаются на высшем уровне, что может свидетельствовать о возможных изменениях в законодательстве в будущем. В России активно развиваются платформы для обмена и хранения криптовалют, а также сервисы, которые помогают пользователям безопасно взаимодействовать с цифровыми активами.

Также существуют значительные проблемы, такие как масштабируемость, энергозатраты и безопасность. Например, Proof of Work требует больших энергетических ресурсов, что вызывает экологические опасения. Также необходимо решить вопросы конфиденциальности и защиты данных.

Прогнозы относительно будущего блокчейн-технологий предполагают их дальнейшее развитие и интеграцию в различные сферы. Ожидается, что появление новых решений, таких как Layer 2 технологии и межсетевые взаимодействия, поможет решить существующие проблемы и повысить эффективность.

Новые тренды, такие как DeFi и NFT, оказывают значительное влияние на финансовые и юридические системы. DeFi предлагает децентрализованные финансовые услуги, тогда как NFT открывают новые возможности для цифрового искусства и коллекционирования.

Блокчейн-технологии имеют потенциал существенно изменить финансовые и юридические системы, предлагая более эффективные, прозрачные и безопасные решения. Несмотря на существующие проблемы, такие как регулирование и необходимость в стандартизации, дальнейшее развитие блокчейн-технологий может привести к значительным изменениям в этих областях.

Источники

1. Nakamoto S. Bitcoin A Peer-to-Peer Electronic Cash System [Электронный ресурс]. https://bitcoin.org/bitcoin.pdf (дата обращения: 15.03.2025).

2. DeFi и будущее финансов. Как технология децентрализованных финансов трансформирует банковскую систему [Электронный ресурс]. https://www.litres.ru/book/ashvin-ramachandran/defi-i-buduschee-finansov-kak-tehnologiya-decentralizo-69254803/ (дата обращения: 18.03.2025).

3. NFT. Технология, которая изменит мир. Руководство для начинающих и полезная информация для знатоков [Электронный ресурс]. https://www.litres.ru/book/a-a-shlemin/nft-tehnologiya-kotoraya-izmenit-mir-rukovodstvo-dlya-nachinau-66736774/ (дата обращения: 18.03.2025).

4. Башир И. Блокчейн: архитектура, криптовалюты, инструменты разработки, смарт-контракты // М.: ДМК Пресс, 2019. С. 538.

5. Федеральный закон от 08.08.2024 № 259-ФЗ «О внесении изменений в части первую и вторую Налогового кодекса Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации о налогах и сборах» // Собрание законодательства РФ. 2024. №7. ст. 14.

УДК 004

РАЗРАБОТКА IOT-РЕШЕНИЙ НА БАЗЕ ARDUINO С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ NOSQL БАЗ ДАННЫХ

Ильина Анжелика Андреевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
anjelka97@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается применение технологий Интернета вещей (IoT) на базе платформы Arduino с использованием NoSQL баз данных для эффективного сбора и обработки данных. В статье описан процесс подключения Arduino к интернету для системы мониторинга температуры и влажности. Описана возможность визуализации информации в веб-интерфейсе. Приведены преимущества и недостатки при совместном использовании Arduino и NoSQL.

Ключевые слова: Arduino, IoT, NoSQL, Firebase, база данных, ESP8266.

DEVELOPMENT OF IOT SOLUTIONS BASED ON ARDUINO USING NOSQL DATABASES

Ilyina Anzhelika Andreevna
KSPEU, Kazan, Russia
anjelka97@yandex.ru

Abstract. This article discusses the use of Internet of Things (IoT) technologies based on the Arduino platform using NoSQL databases for efficient data collection and processing. The article describes the process of connecting Arduino to the Internet for a temperature and humidity monitoring system. The possibility of visualizing information in a web interface is described. The advantages and disadvantages of using Arduino and NoSQL together are given.

Keywords: Arduino, IoT, NoSQL, Firebase, database, ESP8266.

В последние годы Internet of Things (IoT) стал одной из самых обсуждаемых и перспективных тем в области технологий. IoT предоставляет возможность объединить физические устройства с интернетом, создавая сетевые окружения для сбора и обработки данных. Платформа Arduino, благодаря своей доступности и гибкости, становится отличным инструментом для разработки IoT-решений [1].

Использование NoSQL баз данных в сочетании с IoT-устройствами на базе Arduino позволяет эффективно хранить и обрабатывать большие объемы неструктурированных данных. Поскольку данные поступают от

множества сенсоров и устройств, важную роль играет выбор подходящей базы данных. Примеры популярных NoSQL систем включают MongoDB и Firebase [2, 3]. Они обеспечивают оперативное хранение данных в формате JSON или BSON, что позволяет упростить работу с динамическими структурами.

Для интеграции Arduino с NoSQL первым делом нужно провести подключение Arduino к интернету. Для этого можно использовать Ethernet Shield или WiFi-модули, такие как ESP8266 [4]. После подключения устройства к сети, можно приступать к интеграции с NoSQL базой данных.

Одним из примеров IoT-решений является система мониторинга температуры и влажности, которая использует DHT-сенсор. Arduino собирает данные с сенсора, отправляет их в NoSQL базу данных, а затем эти данные могут быть визуализированы на веб-интерфейсе или в мобильном приложении.

Для реализации системы используются плата ESP8266, сенсор DHT22 и провода для подключения. В процессе работы Arduino считывает данные с сенсора, подключается к WiFi, а затем отправляет полученные данные в выбранную NoSQL базу. Эти данные можно визуализировать на веб-странице, которая получает информацию из базы данных и отображает ее в удобном формате.

При использовании NoSQL баз данных, таких как Firebase, для визуализации данных можно создать веб-страницу, которая отображает показатели температуры и влажности. Этот процесс включает инициализацию Firebase, настройку доступа к базе данных и написание JavaScript-кода, который будет извлекать данные и обновлять их на странице. Для визуализации данных на веб-интерфейсе или в мобильном приложении, используется Firebase Database вместе с Firebase Hosting. Создается простая веб-страница, которая извлекает данные из Firebase и отображает их на графике или в таблице.

Преимущества совместного использования Arduino и NoSQL баз данных включают простоту разработки и быстрое прототипирование. Доступность компонентов делает технологии доступными для новичков, а гибкость NoSQL баз данных позволяет работать с динамическими данными.

Однако существуют и недостатки они включают ограниченные ресурсы Arduino, которые могут стать проблемой при масштабировании приложений и необходимость в поддержке, а также настройке серверной части для работы с NoSQL.

Таким образом, разработка IoT-решений на базе Arduino с использованием NoSQL баз данных открывает множество возможностей для создания умных и эффективных систем. Перспективы в этой области

обширны, и дальнейшее изучение технологий IoT, Arduino и NoSQL поможет разработчикам создавать инновационные решения, отвечающие требованиям современного мира.

Источники

1. Макаров С.Л. Arduino Uno и Raspberry Pi 3: от схемотехники к интернету вещей: руководство // Москва: ДМК Пресс, 2018. С. 204.

2. Чодоров К. MongoDB: The Definitive Guide [Текст] / O'Рейли, 2019. С. 500.

3. Firebase. Документация по Firebase [Электронный ресурс]. https://firebase.google.com/docs?hl=ru (дата обращения: 20.03.2025).

4. Картер Д. IOT Интернет вещей. – 2024 [Электронный ресурс]. https://www.litres.ru/book/dzheyd-karter/iot-internet-veschey-70850635/?source_internal=trial_fragment (дата обращения: 23.03.2025)

УДК 004

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БАЗЫ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ПОКРЫВАЮЩИХ ИНДЕКСОВ

Ильина Диана Ильсуровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ilinadiana99@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается один из эффективных методов ускорения работы баз данных – использование покрывающих индексов. Покрывающие индексы позволяют выполнять запросы, извлекая данные непосредственно из индекса, без обращения к исходной таблице, что значительно снижает нагрузку на диск и ускоряет выполнение операций SELECT, особенно при работе с агрегатными функциями (COUNT, SUM, AVG) и группировкой (GROUP BY).

Ключевые слова: система управления базами данных (СУБД), оптимизация запросов, покрывающие индексы, SQL, производительность, PostgreSQL, индексирование

OPTIMIZING DATABASE PERFORMANCE WITH COVERING INDICES

Ilina Diana Ilsurovna
KSPEU, Kazan, Russia
ilinadiana99@gmail.com

Annotation. The article discusses one of the effective methods for speeding up database operation – using covering indexes. Covering indexes allow you to execute queries by extracting data directly from the index, without accessing the source table, which significantly reduces the load on the disk and speeds up the execution of SELECT operations, especially when working with aggregate functions (COUNT, SUM, AVG) and grouping (GROUP BY).

Keywords: database management system (DBMS), query optimization, covering indexes, SQL, performance, PostgreSQL, indexing

Одной из ключевых проблем при работе с базами данных является скорость выполнения запросов, особенно при обработке больших объемов информации. Наилучший способ ускорения запросов – это использование покрывающих индексов. Покрывающий индекс – это специальный индекс, который содержит все поля, необходимые для выполнения запроса [1]. Благодаря этому СУБД может получить данные прямо из индекса, без обращения к таблице (избегая операций чтения с диска).

Сравним обычный индекс и покрывающий. Анализ показан в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ обычного индекса и покрывающего

Обычный индекс	Покрывающий индекс
Содержит только ключевые поля	Содержит все поля, нужные в запросе
Требует обращение к таблице	Данные берутся только из индекса
Медленнее для сложных запросов	Максимальная скорость для SELECT

Рассмотрим преимущества покрывающих индексов:

– Ускорение SELECT-запросов. Минимизирует лишние обращения к таблице;

– Значительное увеличение производительности. Основное преимущество – сокращение количества операций ввода-вывода (I/O), так как данные считываются последовательно из индекса, что гораздо эффективнее, чем чтение отдельных строк из таблицы;

– Уменьшение нагрузки на CPU. Сокращение операций I/O приводит к уменьшению нагрузки на процессор, так как СУБД тратит меньше времени на ожидание данных с диска;

– Снижение блокировок. Использование покрывающего индекса может снизить необходимость в блокировках таблицы, что позволяет другим запросам выполняться параллельно;

– Улучшение масштабируемости. Запросы, использующие покрывающие индексы, могут масштабироваться лучше, чем запросы, требующие доступа к таблице [2].

Данные индексы не используются для маленьких таблиц, запросов с select и при частом обращении к UPDATE/INSERT/DELETE [3].

Создан индекс и затем вывели его в виде как показано на рис. 1.

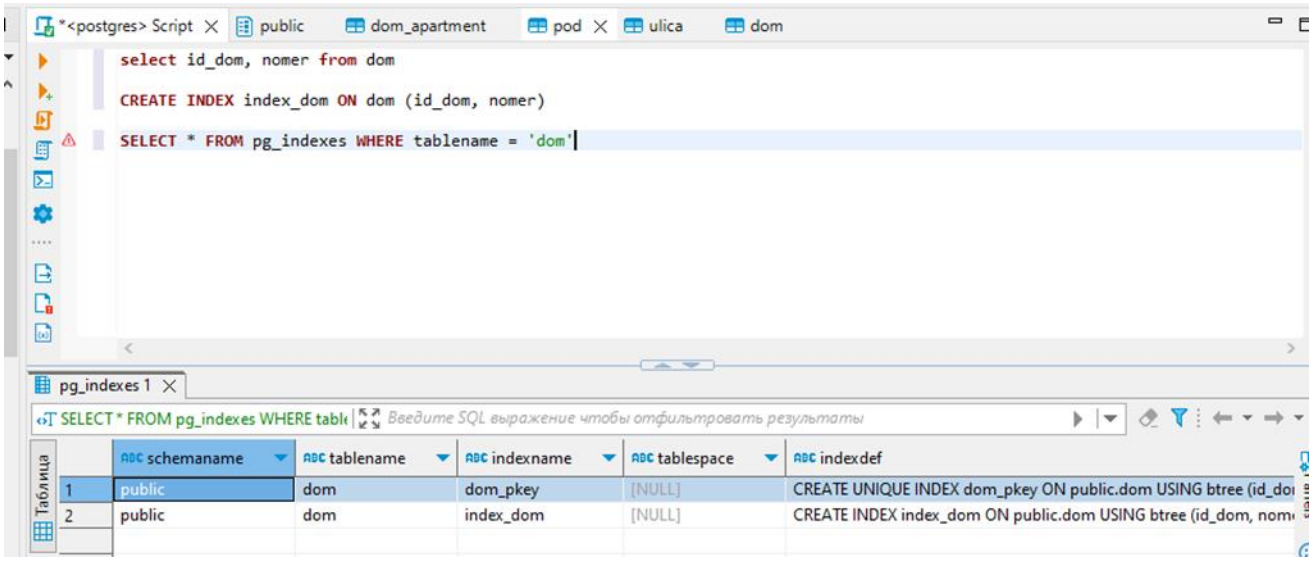


Рис. 1. Результат

СУБД может выполнить запрос, полностью используя индекс, не обращаясь к таблице, что экономит время и память. Для выполнения запроса заранее была создана таблица с данными.

Также покрывающие индексы применяются совместно с агрегатными функциями. Как мы можем заметить, запрос выполняется гораздо быстрее и уменьшается нагрузка на диск и CPU [4].

Рис. 2. Результат с применением агрегатной функции

Оба примера использования индексов показали, что такой подход облегчает жизнь, когда в таблицах много данных. Однако нежелательно создавать огромное количество индексов, так как они занимают память и наоборот затруднят поиск необходимой информации. Обновление данных в таблице требует обновления индексов. Покрывающие индексы, содержащие много столбцов, могут замедлить операции записи [5]. Данные индексы не всегда являются оптимальным решением. Для запросов, которые выбирают большинство столбцов таблицы, может быть быстрее выполнить полный перебор таблицы, чем использовать покрывающий индекс.

В заключении хочу сказать, что покрывающие индексы – мощный инструмент оптимизации производительности баз данных. Правильное использование покрывающих индексов может значительно сократить время выполнения запросов, снизить нагрузку на базу данных и повысить общую производительность приложения. Однако важно тщательно анализировать запросы и создавать индексы только там, где это действительно необходимо, учитывая ограничения и затраты на обслуживание.

Источники

1. Шарафиева Н.Х., Мурзин С.З. Информационные системы и базы данных: организация, хранение и управление информацией // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации.

Сборник материалов XVI международной научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 150-154.

2. Загорная Т.О., Лукьянчук А.В. Управление данными в условиях цифровизации // Новое в экономической кибернетике. 2024. № 3. С. 63-73.

3. Тремаскин К.Д., Шамаев А.В. Оптимизация производительности работы с базами данных // Материалы XXVI научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов национального исследовательского мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва. Материалы конференции. В 3-х частях. Саранск, 2023. С. 187-192.

4. Аль Мусави О.А.Р., Кравец О.Я. Исследование алгоритмов повторной оптимизации запросов в облачных базах данных // Решение. 2022. Т. 1. С. 168-171.

5. Евко Н.О., Письменский А.В. Оптимизация производительности системы управления базами данных с использованием методов глубокого обучения с подкреплением // Прикладная математика: современные проблемы математики, информатики и моделирования. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых. Краснодар, 2024. С. 108-112.

6. Емдиханов Р.А., Николаева С.Г. Основы правильного проектирования баз данных в веб-разработке // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 249-251.

7. Юртаев В.В., Николаева С.Г. Базы данных как уязвимость организации // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 256-260.

8. Кадыров А.Ф., Николаева С.Г. Сравнительный анализ технологий проектирования баз данных // Формирование профессиональной направленности личности специалистов – путь к инновационному развития России: сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 87-92.

9. Николаева С.Г., Ахунова И.Р. Интеграция SQL с технологиями блокчейн и искусственный интеллект // Современные цифровые технологии. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Барнаул, 2023. С. 182-184.

УДК 004.05;330.13

ВЫБОР МЕТРИК ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИТ-ПРОЕКТОВ

Ильина Екатерина Дмитриевна, Коврижных Ольга Евгеньевна
КГЭУ, Казань, Россия
katya-ilina-2018@list.ru

Аннотация: В статье рассматриваются основные аспекты оценки экономической эффективности ИТ-проектов. Описываются ключевые понятия и сложности, связанные с количественной оценкой выгод, особенно нематериальных. Представлены основные метрики оценки, такие как ROI, NPV, срок окупаемости и модель COCOMO, с подробным описанием их применения и ограничений. Анализируются преимущества и недостатки каждой метрики, а также факторы, влияющие на точность оценки.

Ключевые слова: ИТ-проект, экономическая эффективность, срок окупаемости, COCOMO, оценка эффективности, метрики оценки.

CHOOSING METRICS FOR EVALUATING THE COST-EFFECTIVENESS OF IT PROJECTS

Ilyina Ekaterina Dmitrievna, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
katya-ilina-2018@list.ru

Abstract: The article discusses the main aspects of assessing the economic efficiency of IT projects. It describes the key concepts and complexities associated with the quantitative assessment of benefits, especially intangible ones. The main assessment metrics, such as ROI, NPV, payback period and the COCOMO model, are presented with a detailed description of their application and limitations. The advantages and disadvantages of each metric, as well as factors affecting the accuracy of the assessment, are analyzed.

Keywords: IT project, economic efficiency, payback period, COCOMO, performance assessment, assessment metrics.

С развитием информационных технологий и цифровизации бизнес-процессов все больше компаний сталкиваются с необходимостью реализации ИТ-проектов для обеспечения конкурентоспособности, эффективности и инновационного развития. В таких условиях вопросы качественной оценки стоимости ИТ-проектов, определение суммы инвестиций в их разработку и последующая оценка их эффективности становятся все более актуальными [1].

Выбор адекватных метрик позволяет не только оценить рентабельность и влияние ИТ-проектов на бизнес-процессы, но и выявить потенциал для оптимизации затрат и повышения операционной эффективности. Таким образом, разработка комплексных критериев оценки становится актуальной задачей как для научного сообщества, так и для практиков в сфере управления ИТ-проектами, что способствует принятию обоснованных стратегических решений.

ИТ-проект – это инициатива в сфере информационных технологий, охватывающая разработку, инфраструктуру и другие бизнес-аспекты. Управление ИТ-проектами включает планирование, разработку и контроль, а жизненный цикл состоит из инициации, планирования, выполнения, контроля и завершения [2]. Целью ИТ-проектов является улучшение бизнес-процессов с помощью технологий. Для определения насколько эффективным будет внедрение новых технологий, используется понятие экономической эффективности.

Следует отметить, что в экономике эффективность всегда выражается через соотношение результатов и затрат, это же правило будет касаться и проектов [3]. В контексте ИТ-проектов экономическая эффективность означает достижение поставленных бизнес-целей с оптимальным использованием имеющихся ИТ-ресурсов, включая время, бюджет и квалификацию персонала. Таким образом, успешный ИТ-проект не только соответствует техническим требованиям, но и является экономически обоснованным и целесообразным для организации. В отличие от традиционных инвестиций, где финансовый результат часто очевиден, ИТ-проекты могут приносить значительные нематериальные выгоды, которые трудно выразить в денежной форме [4].

К таким нематериальным выгодам относятся, например, повышение уровня удовлетворенности клиентов, улучшение репутации бренда, укрепление отношений с заинтересованными сторонами, повышение кибербезопасности, оптимизация бизнес-процессов и другое. Вышеперечисленные выгоды невозможно четко отобразить в денежной форме, такие выгоды являются качественными, они также важны для предприятия, но выражаются иначе в отличии от материальной выгоды.

К сложностям при оценке эффективности ИТ-проектов можно также отнести наличие долгосрочных последствий, которые могут проявиться только спустя значительное время после завершения проекта, изменения на рынке или появление новых технологий, а также следует учитывать субъективность, которая может присутствовать при оценке некоторых показателей эффективности, особенно тех, которые связаны с качественными аспектами, такими как удовлетворенность пользователей или удобство использования системы.

Для оценки экономической эффективности ИТ-проектов используется целый ряд метрик, позволяющих измерить различные аспекты их результативности [5].

Возврат на инвестиции (ROI) является одной из наиболее распространенных метрик и рассчитывается по формуле: (Чистая прибыль от инвестиций / Стоимость инвестиций) * 100%. ROI показывает процентную доходность инвестиций и позволяет оценить, насколько рентабелен проект. Различают ожидаемый ROI, который рассчитывается на этапе планирования проекта на основе прогнозируемых доходов и расходов, и фактический ROI, который определяется после завершения проекта с использованием фактических данных. Сравнение этих показателей позволяет оценить точность первоначальных прогнозов и эффективность управления проектом [6]. К преимуществам ROI относятся простота расчета и наглядность полученного результата. Однако к недостаткам относятся игнорирование временной стоимости денег и потенциальных долгосрочных выгод.

Чистая приведенная стоимость (NPV) представляет собой разницу между приведенной стоимостью ожидаемых денежных притоков и приведенной стоимостью ожидаемых денежных оттоков за определенный период времени. NPV учитывает временную стоимость денег путем дисконтирования будущих денежных потоков к их текущей стоимости. Формула расчета NPV выглядит следующим образом: ∑ [Денежный поток / (1 + ставка дисконтирования) ^период] - Первоначальные инвестиции. Положительное значение NPV свидетельствует о том, что проект, вероятно, будет прибыльным и создаст дополнительную стоимость для организации. NPV является более точной метрикой для оценки долгосрочной прибыльности по сравнению с ROI, так как учитывает временную стоимость денег и позволяет сравнивать проекты с разными сроками реализации. Однако определение ставки дисконтирования может быть сложным, а точность NPV напрямую зависит от точности прогнозов будущих денежных потоков.

Срок окупаемости (Payback Period) показывает время, необходимое для возмещения первоначальных инвестиций за счет денежных потоков, генерируемых проектом. Простейшая формула расчета срока окупаемости выглядит так: Первоначальные инвестиции / Среднегодовой денежный поток. Существуют различные методы расчета срока окупаемости, включая простой метод, метод с учетом неравномерных денежных потоков и дисконтированный срок окупаемости, который учитывает временную стоимость денег [7]. К преимуществам срока окупаемости относятся простота расчета и понимания, а также возможность оценки риска и ликвидности проекта, а основными недостатками являются игнорирование денежных потоков после периода окупаемости и временной стоимости денег (в простом варианте).

Модель COCOMO (Constructive Cost Model). Целью модели является прогнозирование трудозатрат, стоимости и сроков реализации программных проектов. COCOMO основана на размере программного обеспечения, который обычно измеряется в тысячах строк кода (KLOC). Модель имеет три уровня детализации: базовый, промежуточный и детальный.

Базовая модель COCOMO используется для быстрой предварительной оценки на ранних стадиях проекта. Формулы для оценки трудозатрат (E) и времени разработки (Tdev) зависят от размера проекта (KLOC) и типа проекта, который может быть органическим (небольшой, простой проект с небольшой командой разработчиков), полузависимым (проект среднего размера с командой, имеющей смешанный уровень опыта, и некоторыми ограничениями) или встроенным (сложный проект, выполняемый в условиях жестких технических, программных и операционных ограничений).

Промежуточная модель COCOMO учитывает дополнительные факторы, влияющие на стоимость проекта, так называемые драйверы стоимости, такие как атрибуты продукта, оборудования, персонала и проекта. Модель включает 15 атрибутов стоимости, каждый из которых оценивается по шестибалльной шкале и имеет соответствующий множитель усилий (EAF). Формула для расчета трудозатрат в промежуточной модели COCOMO выглядит следующим образом: E = a * (KLOC)^b * EAF.

Детальная модель COCOMO является наиболее точной и учитывает влияние драйверов стоимости на каждом этапе жизненного цикла программного обеспечения. В этой модели программное обеспечение разбивается на отдельные модули, и модель COCOMO применяется к каждому модулю в отдельности.

Применение модели COCOMO для оценки ИТ-проектов включает несколько шагов: определение типа проекта, оценка размера проекта (в KLOC или других метриках), выбор соответствующего уровня модели, при использовании промежуточной COCOMO – оценка рейтинга драйверов стоимости и расчет EAF, а затем расчет трудозатрат, времени разработки и стоимости проекта с использованием соответствующих формул.

Одной из основных сложностей при определении экономической эффективности является проблема количественной оценки всех выгод, которые могут быть получены от реализации ИТ-проекта. Цифровизация экономики и общества также приводит к тому, что ИТ-проекты могут не иметь ярко выраженного прямого эффекта от их реализации, выраженного в стоимостной форме, так как зачастую ИТ-проекты направлены на создание необходимых условий функционирования организации в соответствии с требованиями цифровой эпохи [3]. В связи с этим для оценки эффективности ИТ-проектов

необходимо разрабатывать и применять ряд метрик, позволяющих измерить различные аспекты их результативности.

Правильный выбор метрик для оценки экономической эффективности ИТ-проектов является залогом успешной реализации технологических инициатив. Комплексный подход к оценке позволяет не только объективно измерить достигнутые результаты, но и выявить потенциальные зоны для улучшения, что в свою очередь способствует повышению общей эффективности бизнеса. Итогом работы является понимание того, что интеграция разнообразных показателей позволяет создать адаптивную систему оценки, способную учесть как количественные, так и качественные эффекты для развития компаний, инвестирующих в ИТ-инновации.

Источники

1. Коврижных О.Е. Особенности формирования бюджета затрат на разработку ИТ-проекта // Экономика и предпринимательство. 2024. № 5(166). С. 1005-1009.
2. Процессы жизненного цикла программных средств [Электронный ресурс]. https://docs.cntd.ru/document/1200082859?ysclid=lh82leir9k207935080 (дата обращения 19.03.2025).
3. Коврижных О.Е. Виды эффектов ИТ-проектов: проблемы идентификации и оценки // Естественно-гуманитарные исследования (ЕГИ). 2024. № 1(51). С. 136-139
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов [Электронный ресурс]. https://docs.cntd.ru/document/1200005634?ysclid=lh82fvdvke5540789 (дата обращения 19.03.2025).
5. Матраева Л.В., Васютина Е.С. Экономическое обоснование проектно-технологических разработок в IT-сфере // МИРЭА – Российский технологический университет. 2024. С. 69.
6. Мунина М.В. Оценка и управление собственностью предприятия: Учебное пособие // Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева. 2021. С. 184.
7. Голубева Т.В., Алистарова Н.В. Оценка эффективности использования ресурсов предприятия: учебное пособие // Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва. 2022. С. 64.

УДК 62-52:004.8

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ: НАЗНАЧЕНИЕ, ФУНКЦИОНАЛ И ПЛАТФОРМА

Смирнов Юрий Николаевич, Ильина Екатерина Дмитриевна
КГЭУ, Казань, Россия,
katya-ilina-2018@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение нейросетевых технологий в цифровых двойниках для решения различных задач на предприятии. Описывается использование нейросетевого программного обеспечения для предиктивного обслуживания, исполнения повторяющихся задач и автономных операций. Приводятся примеры использования нейронных сетей в различных отраслях. Подчеркивается, что использование специализированных нейросетевых решений для конкретных задач позволяет повысить эффективность и надежность работы предприятия.

Ключевые слова: нейронные сети, цифровые двойники, оптимизация производства, автономные операции, искусственный интеллект.

SOFTWARE FOR DIGITAL TWINS: PURPOSE, FUNCTIONALITY AND PLATFORM

Smirnov Yuri Nikolaevich, Ilyina Ekaterina Dmitrievna
KSPEU, Kazan, Russia,
katya-ilina-2018@list.ru

Abstract: The article discusses the use of neural network technologies in digital twins to solve various problems at the enterprise. It describes the use of neural network software for predictive maintenance, execution of repetitive tasks and autonomous operations. Examples of the use of neural networks in various industries are given. It is emphasized that the use of specialized neural network solutions for specific tasks allows to increase the efficiency and reliability of the enterprise.

Keywords: neural networks, digital twins, production optimization, autonomous operations, artificial intelligence.

Использование нейросетевых технологий на предприятии, подразумевает под собой, использование одного типа нейросетевого программного продукта для одной определенной задачи на предприятии [1]. Такое разделение необходимо, для успешного обучения нейронных сетей задаче.

Использование нейросетевого ПО:

1. Для предиктивного обслуживания на производстве.

Цифровой двойник триплексного насоса, созданный в Simscape и обученный на смоделированных данных датчиков, прогнозирует отказы при различных неисправностях. Он генерирует данные для обучения, решая проблему дефицита реальных данных об отказах, для эффективного предиктивного обслуживания триплексного насоса, что позволяет моделировать сценарии отказов и получать обучающие данные экономически эффективно.

Интеллектуальные цифровые двойники, отслеживая активы в реальном времени, прогнозируют необходимость техобслуживания на умных заводах, предотвращая простои. Такой подход заменяет реактивное и профилактическое обслуживание на проактивное, оптимизируя ресурсы [2]. В отличие от ремонта после поломки или обслуживания по графику, цифровые двойники с искусственным интеллектом анализируют данные, предсказывая нужный момент для обслуживания, что увеличивает срок службы оборудования.

2. В энергетическом секторе.

Искусственный интеллект в цифровых двойниках ветряных турбин анализирует данные в реальном времени, прогнозируя техобслуживание и оптимизируя выработку энергии. Регулируя работу турбин на основе условий среды, максимизируется эффективность и снижается риск поломок [3]. Цифровые двойники позволяют динамически оптимизировать как обслуживание, так и эксплуатацию, учитывая изменчивость среды, повышая надежность и эффективность турбин.

3. При оптимизация производственных процессов.

Цифровые двойники Simio, использующие нейронные сети, точно прогнозируют время выполнения работ, улучшая планирование и распределение ресурсов. Это заменяет устаревшие методы планирования с фиксированными сроками и упрощенными моделями. Использование искусственного интеллекта в цифровых двойниках делает планирование более гибким и точным, позволяя интеллектуальным агентам учиться на данных и адаптироваться к текущим условиям.

Цифровые двойники, используя многоагентные модели и метамоделирование, оптимизируют взаимодействие производственных объектов (клиенты, станки, AGV) в условиях неопределенности. Это позволяет повысить эффективность и снизить затраты. Цифровые двойники моделируют сложные производственные системы, позволяя выявлять узкие места, оптимизировать ресурсы и улучшать производительность [5].

4. Для интеллектуального управления запасами и прогнозирования спроса.

Цифровые двойники, используя математические модели (например, модель Уилсона) и данные в реальном времени, оптимизируют уровни запасов, снижая затраты на хранение и доставку. Они автоматически корректируют

запасы, реагируя на спрос и уровни запасов, в отличие от традиционных статических методов. Это позволяет минимизировать дефицит и избыток, обеспечивая оптимальное количество запасов в нужное время.

Цифровые двойники цепочки поставок, используя данные в реальном времени (отгрузки, транспорт, запасы), оценивают состояние и прогнозируют сбои, например дефицит. Это позволяет заранее разработать план действий. Обеспечивая полное представление цепочки, цифровые двойники улучшают видимость, прогнозирование и снижают риски, повышая устойчивость и оперативность.

Автоматизация повторяющихся задач с помощью цифровых двойников, усовершенствованных нейронными сетями:

– Обнаружение аномалий для проактивного решения проблем

Цифровой двойник насоса охлаждения с глубоким обучением (нейронные сети) прогнозирует параметры (вибрация, температура, ток) и выявляет аномалии, указывающие на возможные поломки. Это позволяет своевременно предотвращать отказы. В отличие от традиционных методов, нейросети автоматически обучаются на нормальных данных и обнаруживают отклонения, сигнализируя о проблемах, даже без знания конкретных признаков отказа. Это повышает надежность системы, обнаруживая как известные, так и скрытые аномалии.

Автокодировщики в цифровых двойниках выявляют аномалии в сложных данных, отмечая отклонения от нормы по ошибкам реконструкции. Они обучаются на нормальных данных, что особенно ценно при дефиците размеченных данных об аномалиях. Автокодировщики, изучая закономерности, обнаруживают аномалии без явных меток, что делает их эффективным инструментом.

– Автоматизированный контроль качества в производстве

Цифровые двойники с ИИ в производстве анализируют размеры продукции в реальном времени и автоматически корректируют параметры, обеспечивая качество и снижая брак [6]. Это повышает удовлетворенность клиентов. В отличие от ручного контроля, ИИ в цифровых двойниках отслеживает процесс с помощью датчиков и камер, автоматически регулируя параметры (температуру, давление), чтобы минимизировать дефекты.

Сверточные нейронные сети (CNN) в цифровых двойниках автоматизируют контроль качества сварки по изображениям, выявляя дефекты. Это заменяет ручной контроль, который подвержен ошибкам. CNN, обученные на изображениях, точно и последовательно обнаруживают дефекты, повышая качество продукции [7].

– Исполняемые цифровые двойники для автономных операций

Исполняемые цифровые двойники (xDT) с машинным обучением принимают автономные решения, анализируют данные и оптимизируют процессы в реальном времени в разных отраслях. Они непрерывно обучаются и адаптируются, в отличие от традиционных двойников, требующих вмешательства человека. xDT автоматизируют сложные задачи, повышая эффективность и оперативность предприятия.

Источники

1. Шиховцева А.Н., Смирнов Ю.Н. Программные продукты цифровых двойников: назначение, функционал и платформа// В сб.: Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 690-693.
2. Столяров И.С., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники предприятий: предиктивный анализ // В сб.: Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 539-542.
3. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях// В сб.: Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.
4. Нуриаслямова Р.Р., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники оборудования // В сб.: Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 394-397.
5. Коданева А.В., Смирнов Ю.Н. Компоненты цифровых двойников предприятий: нейросетевые технологии и системы искусственного интеллекта// В сб.: Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 867-871.
6. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Кунафина Л.Н. Сверточная нейросетевая модель сортировки бытовых отходов// Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 101-105.
7. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Сибгатуллин А.А. Сверточная нейросетевая модель локализации и классификации дефектов на пластинах при производстве полупроводников// Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 7. С. 126-130.

УДК 338.24

ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Ильина Екатерина Алексеевна
ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, Россия
Catrin.ilina@cchgeu.ru

Аннотация. Цифровые технологии играют ключевую роль в повышении эффективности производства и укреплении конкурентных позиций различных компаний и секторов экономики. В данной статье проанализированы цифровые решения, применяемые в рамках циркулярной экономики, и обоснована необходимость улучшения информационного взаимодействия на всех уровнях сотрудничества. Рассмотрено текущее состояние развития экономики замкнутого цикла с учетом внедрения цифровых технологий, а также предложены ключевые цифровые инструменты для совершенствования концепции экономики замкнутого цикла.

Ключевые слова: циркулярная экономика, цифровизация, цифровые технологии, искусственный интеллект, бизнес-модели.

DIGITAL SOLUTIONS FOR THE CIRCULAR ECONOMY

Ilyina Ekaterina Alekseevna
VSTU, Voronezh, Russia
Catrin.ilina@cchgeu.ru

Abstract. Digital technologies play a key role in increasing production efficiency and strengthening the competitive positions of various companies and sectors of the economy. This article analyzes digital solutions used in the framework of the circular economy, and substantiates the need to improve information interaction at all levels of cooperation. The current state of development of the closed-loop economy is considered, taking into account the introduction of digital technologies, and key digital tools are proposed to improve the concept of a closed-loop economy.

Keywords: circular economy, digitalization, digital technologies, artificial intelligence, business models

Сегодня цифровые технологии играют важную роль в повышения инноваций и увеличении производительности. Пандемия Covid-19 существенно ускорила внедрение цифровых инструментов и изменила привычки потребителей, создав благоприятную платформу для цифровой трансформации экономики замкнутого цикла. Внедрение цифровых инструментов открывает новые возможности для устранения проблем, связанных с преодолением информационных барьеров, улучшения сотрудничества и взаимодействия между участниками цепей поставок. Особенно этот процесс актуален в странах

с переходной экономикой, где увеличение доступа к интернету способствует технологическому прогрессу и развитию инноваций. Процесс цифровизации сопряжен с определенными сложностями, которые влекут за собой: вложения средств в развитие инфраструктуры и приобретения новых компетенций [1].

В общем понимании, цифровизация представляет собой внедрение новаторских решений для формирования новых операций, товарных предложений или структур на базе цифровых инструментов. Цифровизация ориентирована на максимальное использование возможностей новейших технологий для осуществления преобразований. В отличие от оцифровки, которая ориентирована на перевод услуг и процедур, материальных или аналоговых элементов в цифровой вид. Процесс оцифровывания информации может привести к уменьшению затрат и увеличению эффективности работы.

В свою очередь, цифровизация предполагает пересмотр продукции, рабочих процессов и принципов деятельности компаний с учетом цифровых инструментов, что будет способствовать новым перспективным возможностям для развития рынка и переосмысление методов управления бизнесом в эпоху цифровых технологий. Внедрение цифровых технологий открывает новые возможности в работе предприятий и подразумевает переосмысление бизнес-моделей, процессов, а также производства продукции [2]. Цифровые технологии позволяют использовать машинное обучение для определения оптимальных сроков замены комплектующих и проведения ремонтных работ [1].

Внедрение цифровых решений не только способствует повышению рентабельности, но и помогает в решении конкретных задач, связанных с переходом к принципам циркулярной экономики. Циркулярная экономика ориентирована на долгосрочное сохранение ценности товаров и материалов посредством их повторного использования в производственных процессах, что способствует значительному сокращению отходов. Основной принцип данной модели заключается в оптимизации всех этапов жизненного цикла продукта или услуги. Для достижения высокой эффективности бизнес-процессов крайне важно внедрение современных цифровых технологий в области проектирования, моделирования и управления производственными процессами. Это позволяет не только снизить затраты, но и повысить общую эффективность всех операций в компании.

Использование цифровых технологий позволяет эффективно решать задачи, касающиеся разумного расходования энергии и ресурсов, уменьшения брака и простоев оборудования, а также повышения производительности труда. На рисунке 1 представлен список основных преимуществ, которые цифровые решения предоставляют для более быстрого перехода к циркулярной экономике. Использование цифровых платформ позволяет оптимизировать

процессы, сократить отходы и повысить эффективность использования ресурсов, тем самым способствуя развитию устойчивой экономики.

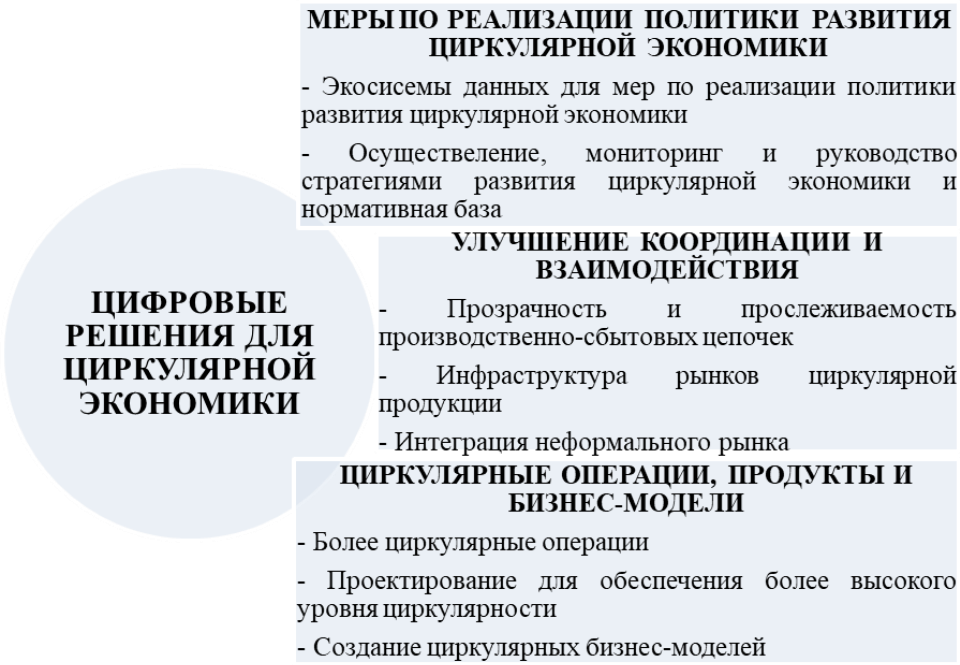


Рис. 1. Использование цифровых решений для циркулярной экономики

Внедрение цифровых решений способно существенно ускорить переход к циркулярной экономике, устраняя информационные пробелы и облегчая взаимодействие между участниками процесса. Цифровизация также создает основу для формирования и реализации эффективной политики, стимулирующей развитие циркулярной экономики. Однако, для достижения максимальной эффективности цифровых технологий в этой области, необходимо преодолеть ряд препятствий экономического, технологического, социального, экологического и юридического характера.

Цифровые технологии способны существенно поддержать переход к циркулярной экономике, решая проблемы недостатка информации и помогая улучшать координацию и сотрудничество между различными участниками[3]. Для достижение максимального эффекта между цифровыми решениями и циркулярной экономикой государственным структурам необходимо пересмотреть внутреннюю политику по всем ключевым направлениям и выявить возможные риски[5].

По результатам исследования сформулированы ключевые положения, ориентированные на использование цифровых решений для ускоренного перехода к экономике замкнутого цикла [1]:

1. Расширение информированности и осведомленности, а также повышения уровня образования. Развитие и совершенствование знаний, более углубленное понимание, реализация возможностей цифровой трансформации и внедрение концепции циркулярной экономики в государственные и частные сектора.

2. Налаживание сотрудничества между секторами. Взаимодействие между отраслями, обмен лучшими практиками, формирование стандартов и норм, затрагивающие цифровизацию и ее значение в экономике замкнутого цикла.

3. Всесторонняя поддержка и стимулирование инновационной деятельности. Применение цифровых решений, направленных на внедрение принципов циркулярной экономики должно сопровождаться технической и финансовой поддержкой с целью минимизации сопутствующих рисков. К числу таких препятствий можно отнести недостаточный уровень технологической готовности, а также ограниченный доступ к необходимым ресурсам.

4. Государственные закупки, выступая в роли инструмента поддержки инноваций, способны вызвать спрос на цифровые решения. Это будет достигаться путем включения в государственные проекты требований циркулярности к производству и выпуску продукции. Кроме того, государственные инвестиции играют ключевою роль для создания общедоступной инфраструктуры, включая цифровую связь, которая создает благоприятную среду для развития и внедрения инновационных решений в различных секторах экономики.

5. Формирование благоприятных политических условий. Для этого необходимо разработать правовую основу, направленную на стимулирование внедрения цифровых технологий для реализации принципов циркулярной экономики, которая одновременно снижает возможные риски.

В настоящее время существует опыт интеграции цифровых технологий в работе компаний. Тем не менее, значительное число предприятий не используют цифровые решения, что связано с технической сложностью и высокими затратами на процессы цифровой трансформации.

Источники

1. Ускорение перехода к циркулярной экономике в регионе Европейской экономической комиссии: акцент на использование цифровых решений. https://unece.org/sites/default/files/2024-05/ECE_CTCS_2024_010R.pdf

2. Минулина О.В., Чеканова Е.В. Роль цифрового нефтехимического предприятия в развитии циркулярной экономики // Тенденции развития логистики и управления цепями поставок в условиях цифровой экономики. 2021. С. 165-168.

3. Якимова О. В. Цифровая трансформация предприятий в контексте перехода к циркулярной экономике // Управление устойчивым развитием. 2021. №. 2. С. 35-38.

4. Антонов С.А., Крамин Т.В. Интеграционный подход к формированию цифровой и циркулярной экономики // Вектор развития управленческих подходов в цифровой экономике. 2021. С. 212-219.

5. Косолапова Н.А. [и др.] Драйверы формирования циркулярной экономики: теория vs практика // Terra Economicus. 2023. Т. 21. №. 2. С. 68-83.

УДК 004.9

ПЕРСПЕКТИВЫ 3D СКАНЕРОВ

Иркагалиева Гульназ Ильнуровна, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
gulnazirkagalieva@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы развития трёхмерных сканеров, их история, принцип работы и типы. Анализируется применение 3D-сканеров в различных отраслях, а также перспективы развития этой технологии.

Ключевые слова: 3D сканер, сканирование, технологии, перспективы.

THE PROSPECTS OF 3D SCANNERS

Irkagalieva Gulnaz Ilnurovna, Khamitova Dinara Vilevna
KGEU, Kazan, Russia
gulnazirkagalieva@gmail.com

Abstract. The article discusses the prospects for the development of three-dimensional scanners, their history, principle of operation and types. The application of 3D scanners in various industries is analyzed, as well as the prospects for the development of this technology.

Keywords: 3D scanner, scanning, technologies, prospects.

В современном мире, где технологии эволюционируют с невероятной скоростью, особое место занимает трёхмерное сканирование. Эта технология открывает невиданные ранее возможности в таких областях, как медицина, архитектура, проектирование и производство. В данной статье мы проанализируем перспективы развития 3D-сканеров и их влияние на нашу повседневную жизнь.

Технология трёхмерного сканирования берет свое начало во второй половине XX века. Первый 3D-сканер появился в 1960-х годах, но его функциональность была ограничена, что требовало значительных затрат времени и усилий для получения точных результатов. После 1985 года сканеры претерпели изменения, в них стали применяться источники белого света, лазерные технологии и затемнение для улучшения "захвата" объекта.

В 1980-е годы появились контактные датчики, используемые в 3D-сканерах для оцифровки поверхностей твердых объектов. Однако этот метод был медленным, а результаты не идеальными. Разработчики сосредоточились на оптических технологиях, которые разделились на три типа: точечный

(медленный), с захватом площади и полосной. Последний оказался самым быстрым и точным благодаря использованию множества точек, проходящих полосой по поверхности.

3D-сканирование заинтересовало не только автомобильную и конструкторскую отрасли, но и киноиндустрию. Компании, такие как Cyberware Laboratories и Digibotics, начали разработку собственных 3D-сканеров. Cyberware создала Head Scanner, обеспечивающий относительно высокую точность и даже передачу цвета. В 1994 году 3D Scanners выпустила REPLICA, обеспечивающий точный и быстрый результат, что стало прорывом.

С тех пор 3D-сканеры стали более точными, мобильными и способными передавать цвет. Сегодня можно найти 3D-сканер практически для любой задачи [1].

3D-сканер – это устройство, анализирующее физический объект, захватывая его размеры посредством датчиков и преобразующее эти сведения в трехмерную модель. Фактически, он создает цифровой аналог реального объекта любой формы. В отличие от традиционных сканеров, работающих с документами и изображениями, 3D-сканер обладает расширенными возможностями. Метод сканирования варьируется в зависимости от типа устройства и применяемой технологии, а также от того, является ли объект неподвижным или движущимся [2]. Изображение 3D сканера приведено на рисунке 1.

Рис. 1. Изображение 3D сканера

Существуют различные типы 3D-сканеров: контактные, бесконтактные активные, триангуляционные и времяпролетные.

Контактные сканеры взаимодействуют с объектом напрямую, измеряя его при физическом контакте. Бесконтактные активные сканеры используют свет или излучение для цифрового анализа объекта. Иногда применяются рентгеновские лучи или ультразвук.

Триангуляционные сканеры используют лазерный луч для зондирования объекта. Камера фиксирует положение точки лазера, создавая треугольник между излучателем, точкой и камерой.

Времяпролетные сканеры измеряют расстояние до поверхности объекта, рассчитывая время, затраченное лазерным лучом на прохождение туда и обратно, используя времяпролетный дальномер [3].

3D-сканеры используютсяв нижеуказанных областях:

В археологии и палеонтологии: восстановление утерянных или поврежденных исторических предметов, таких как надписи, изображения, памятники. Сканирование останков или следов вымерших животных способствует реконструкции их внешнего вида. Полученные данные позволяют ученым создавать подробные цифровые модели объектов, экспонаты, напечатанные на 3D-принтере, и т.д.

В биологии и медицине: моделирование организмов, органов и тканей, исследование животного и растительного мира. Например, 3D-сканирование скелетов животных проводится для анализа их анатомии, а внутренних органов человека – для диагностики и планирования операций.

В геологии и географии: изучение строения земной коры, создание моделей горных пород и составление карт местности. 3D-сканирование помогает в исследовании изменений рельефа и прогнозировании геологических явлений.

В климатологии и экологии: создание точных моделей лесов, рек, озер и других природных объектов. Это способствует изучению изменений климата и процессов в экосистемах. В технических науках: моделирование и имитация различных процессов, таких как механика деформируемого твердого тела, динамика жидкостей и газов.

В материаловедении: анализ микроструктуры различных материалов для изучения характеристик поверхности, выявления дефектов или особенностей материалов, а также для моделирования их поведения в разных средах [4].

В эпоху после COVID-19 и с акцентом на здравоохранение, правительства стран стимулируют инвестиции в передовые медицинские технологии, включая 3D-сканеры. В протезировании и ортопедии данная технология обеспечивает индивидуальный подход и снижает затраты. Ожидается расширение применения 3D-сканеров в диагностике, мониторинге реабилитации и образовании. Это стимулирует разработку специализированных программно-аппаратных решений.

Технологии IoT, AR, VR и метавселенных также влияют на развитие 3D сканирования. В игровой индустрии 3D-сканирование оптимизирует создание персонажей и окружения, позволяя художникам сосредоточиться на детализации. С развитием дополненной реальности, спрос на 3D-сканеры возрастет, особенно в создании реалистичных метавселенных.

Криминалистика проявляет интерес к легким и автономным 3D-сканерам для быстрого сбора данных и анализа мест преступлений, повышая эффективность расследований [5].

Искусственный интеллект трансформирует сбор и обработку данных для 3D-сканеров, сокращая ручной труд и упрощая процессы. В целом, 3D-сканеры обладают огромным потенциалом, постоянно совершенствуются и находят новые применения, становясь более доступными и эффективными для различных отраслей.

Источники

1. Лавриков В.А., Титенков В.В., Рукавишников В.А. Современные технологии 3d моделирования: проблемы, решения и перспективы // Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация»: электронный сборник статей по материалам конференции: [в 3 томах]. Казань, 2023. Т. 2. С. 313-316.
2. Маннапов А.А., Рукавишников В.А. Проблема инженерного образования в условиях 3D индустриальной революции // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IX Национальной научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 527-529.
3. Рукавишников В.А., Прец М.А. Образование и 3D цифровая индустриальная революция // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы VIII Национальной научно-практической конференции. Казань, 2023. С. 557-559.
4. Прец М.А., Альтапов А.Р., Голубева И.Л. Обзор материалов и технологий 3D-прототипирования изделий обувной промышленности // Вестник казанского государственного университета. 2015. № 23. С. 88-91.
5. Габдрашитов Т.А., Шарипов И.И. Импортозамещение с использованием 3D-печати и 3D-сканирования // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 58-60.

УДК-004.925

СОЗДАНИЕ 3D-СКАНЕРА

Кадргулов Ильнур Салаватович, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
kadrgulov07@gmail.com

Аннотация. В последние годы технологии 3D-сканирования стали неотъемлемой частью различных областей, таких как промышленный дизайн, медицина, архитектура и искусство. Эта статья рассматривает основные методы создания 3D-сканера, включая аппаратные и программные компоненты, а также их применение и преимущества.

Ключевые слова:3D-сканирование, 3D-сканер, структурированное освещение, алгоритмы обработки изображений, сканирование объекта.

CREATING A 3D SCANNER

Kadrgulov Ilnur Salavatovich, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
kadrgulov07@gmail.com

Abstract. In recent years, 3D scanning technologies have become an integral part of various fields such as industrial design, medicine, architecture and art. This article examines the main methods of creating a 3D scanner, including hardware and software components, as well as their applications and advantages.

Keywords: 3D scanning, 3D scanner, structured lighting, image processing algorithms, object scanning.

3D-сканирование – это процесс захвата трехмерной информации о физическом объекте или среде. С помощью 3D-сканеров можно создавать различные цифровые модели объектов, которые в дальнейшем используются для анализа, обработки и визуализации. Существует несколько методов 3D-сканирования, включая лазерное сканирование, фотограмметрию и структурированное освещение. В данной статье мы рассмотрим создание 3D-сканера на основе технологии структурированного света.

Принципы работы 3D-сканера. Структурированное освещение.

Метод структурированного света основан на проецировании заранее определенных световых паттернов на объект. Деформации этих паттернов, вызванные рельефом объекта, фиксируются камерой. На основе полученных данных можно реконструировать трехмерную модель.

Аппаратные компоненты.

1. Проектор необходим для проекции световых паттернов на объект. Это может быть обычный проектор или специализированное устройство, способное создавать различные геометрические формы света.

2. Камера захватывает изображение объекта с проекцией паттерна. Использование камеры с высокой разрешающей способностью способствует получению более точных данных [1].

3. Компьютер обрабатывает изображения и выполняет алгоритмы для реконструкции 3D-модели. Для этого необходимы мощные процессоры и достаточное количество оперативной памяти.

Для обработки данных требуется:

– программное обеспечение, которое может включать: алгоритмы обработки изображений (для извлечения информации о деформациях паттернов) и алгоритмы реконструкции (для создания трехмерной модели на основе собранных данных);

– интерфейс пользователя – для визуализации и взаимодействия с моделью.

Процесс создания 3D-сканера включает в себя:

– выбор компонентов – необходимо выбрать проектор и камеру в зависимости от требований к разрешению и точности сканирования.

– калибровку системы – калибровка включает в себя настройку проекторов и камер для достижения максимальной точности с помощью использования калибровочных объектов и специализированного программного обеспечения [2];

– проектирование паттернов – разработка паттернов света, которые будут проецироваться на объект. Паттерны могут быть простыми (например, полосы) или сложными (например, шахматные доски), в зависимости от требований к точности [3];

– сканирование объекта – объект помещается в зону действия сканера, и система начинает проецировать паттерны света и захватывать изображения. Процесс может занять нескольких минут в зависимости от сложности объекта.

– обработку данных – полученные изображения обрабатываются с использованием алгоритмов для извлечения информации о рельефе объекта. На этом этапе создается трехмерная модель.

– визуализацию и экспорт – после завершения обработки модель визуализируется, и пользователи могут экспортировать ее в различные форматы для дальнейшего использования в CAD-системах или других приложениях [4].

3D-сканеры находят широкое применение в различных областях: промышленность (используются для контроля качества и создания цифровых

двойников), медицина (применяются для создания протезов и планирования хирургических операций), научные исследования (используются в геологии, археологии и биологии для анализа форм и структур объектов).

Создание 3D-сканера – это многогранный процесс, который требует сочетания аппаратных и программных решений. Методы структурированного света представляют собой один из эффективных способов получения точных трехмерных моделей объектов. С учетом постоянного развития технологий, перспективы применения 3D-сканирования будут только расширяться, открывая новые возможности в различных областях науки и техники (см. рисунок 1) [5].

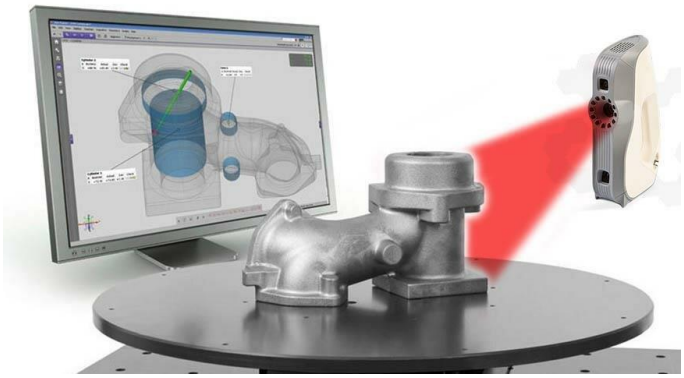


Рис. 1. Общий вид конструируемого 3D-сканера

Источники

1. М. Поллефейс [и др.] Визуальное моделирование с помощью ручной камеры // Международный журнал компьютерного зрения. 2020.

2. Чжан З. Новая гибкая методика калибровки камер // Публикации IEEE по анализу шаблонов и машинному интеллекту. 1999.

3. Бесл П.Дж., Маккей Н.Д. Метод регистрации трехмерных фигур // Транзакции IEEE по анализу паттернов и машинному интеллекту. 1992.

4. Рукавишников А.А., Прец М.А. Особенности подготовки специалистов для цифрового проектирования // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. Матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. Казань, 2022. С. 220-223.

5. Шарафутдинова Д.Ш., Шарипов И.И. 3D-печать как новое научно-техническое направление // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 664-667.

УДК 004.9

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Калачева Дарья Артёмовна, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
dashunya_2208@mail.ru

Аннотация. Аддитивные технологии превосходят традиционные методы производства по точности, минимальным отходам и скорости создания сложных деталей. Центр «Рапид Про» иллюстрирует полный цикл аддитивного производства, включая 3D-сканирование и литье. Недостаток квалифицированных специалистов тормозит внедрение этих технологий, что Центр решает через образовательные программы.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, литье, ковка, механическая обработка, производство, сложные детали, минимальные отходы, полимерные порошки, металлические порошки, вакуумное литье, силиконовые формы.

ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION AND REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY

Kalacheva Darya Artemovna, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
dashunya_2208@mail.ru

Abstract. Additive technologies are superior to traditional manufacturing methods in terms of precision, minimal waste, and the speed of creating complex parts. The Rapid Pro Center illustrates the full cycle of additive manufacturing, including 3D scanning and casting. The lack of qualified specialists hinders the implementation of these technologies, which the Center solves through educational programs.

Keywords: additive technologies, 3D printing, casting, forging, machining, manufacturing, complex parts, minimal waste, polymer powders, metal powders, vacuum casting, silicone molds

Аддитивные технологии, такие как 3D-печать, активно развиваются наряду с классическими методами производства, такими как литье, ковка и механическая обработка. Традиционные способы требуют значительных затрат материалов и времени, особенно при создании сложных деталей, и часто предполагают использование дорогостоящего оборудования. Кроме того, они менее гибки в плане изменения номенклатуры продукции, так как требуют перенастройки оборудования и переобучения персонала [1].

Аддитивное производство, напротив, позволяет создавать детали сложной геометрической формы с высокой точностью, минимизируя отходы материалов и сокращая время производства. В качестве сырья используются металлические или полимерные порошки, а оборудование (3D-принтеры) не имеет ограничений по сложности форм. Хотя металлические изделия остаются дорогостоящими из-за высокой стоимости оборудования и материалов, полимерные изделия более доступны и широко применяются.

Особое внимание уделяется вакуумному литью полимеров в силиконовые формы, которое часто используется для создания мастер-моделей. Эти модели, изготовленные с помощью 3D-печати или традиционных методов, определяют качество конечной продукции.

Сегодня в научных, образовательных и производственных учреждениях создаются специализированные подразделения для работы в области аддитивных технологий. Эти центры оснащены высокотехнологичным оборудованием, позволяющим проектировать и производить готовые изделия. Например, госкорпорация «Росатом», в рамках развития аддитивных технологий, создала общедоступные Центры аддитивных технологий (ЦАТОД), включающие в себя образовательные программы. В качестве примера можно привести Центр «Рапид Про» при Мордовском государственном университете, обеспечивающий полный цикл аддитивного производства – от 3D-сканирования и печати до вакуумного литья.

Центр оснащен 3D-принтерами (SLS и FDM), оптическим 3D-сканером и вакуумно-литьевыми машинами. 3D-принтеры создают детали методом УФ-полимеризации или расплавления, а сканер позволяет оцифровать готовые изделия для их модернизации или копирования. Вакуумное литье полимеров в силиконовые формы используется для изготовления деталей с различными физико-механическими свойствами, что делает их пригодными для использования в рабочих машинах, а не только в качестве прототипов [2].

Производство пластиковых деталей, широко применяемых в современных машинах, особенно востребовано для замены вышедших из строя элементов. Центр также занимается разработкой образовательных программ, научных исследований и опытным производством нестандартных деталей, что делает его важным звеном в развитии аддитивных технологий.

Анализ оснащенности предприятий оборудованием для аддитивного производства и его применения в производственных процессах показывает, что внедрение таких технологий происходит медленно. Основная проблема заключается в том, что имеющееся оборудование либо используется не в полной мере, либо отсутствует, что требует дополнительных инвестиций. Главной причиной такой ситуации является нехватка квалифицированных специалистов, базовых знаний об аддитивных технологиях и навыков работы с

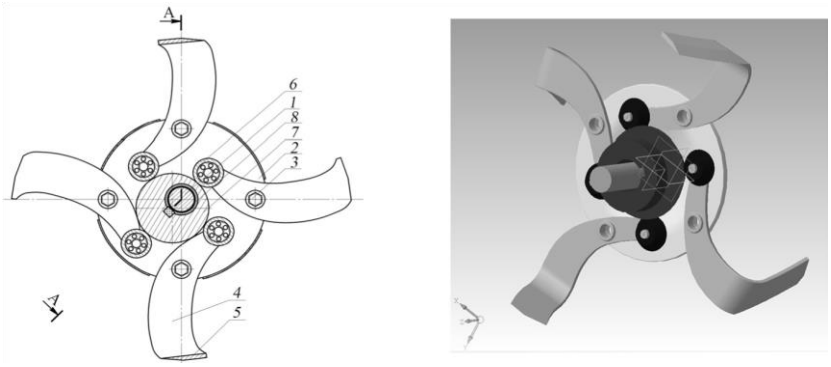
соответствующим оборудованием. Для решения этой проблемы Центр «Рапид Про» разработал учебную программу «Технологии и средства быстрого прототипирования в машиностроении». В рамках программы сотрудники Центра регулярно проводят обучение и повышение квалификации специалистов предприятий, включая представителей агропромышленного комплекса. В процессе работы Центра было разработано множество проектных документов, создано прототипов для научных исследований и выпущено значительное количество функциональных деталей небольшими партиями.

Анализ статистических данных за последние 5 лет показывает, что спрос на все этапы цикла аддитивного производства стал примерно равным. Особенно заметен рост интереса к услугам 3D-сканирования и реверс-инжиниринга. В условиях санкционного давления со стороны западных стран проблема обеспечения запчастями для импортной техники становится крайне актуальной. Многие отечественные производители готовы сосредоточиться на выпуске наиболее востребованных деталей, однако отсутствие конструкторской документации, особенно для изделий сложной геометрической формы, затрудняет процесс. В таких случаях ключевым инструментом является 3D-сканер, позволяющий создавать необходимую документацию. Разнообразие оборудования в одном центре обеспечивает возможность выполнения полного цикла работ – от проектирования до производства готовой продукции, что делает процесс аддитивного производства замкнутым и эффективным [3].

Примерами научно-исследовательских работ Центра являются разработки:

1. центробежного адаптивного рабочего органа для внесения минеральных удобрений

2. почвообрабатывающей фрезы (рис. 1), обеспечивающей постоянство угла резания во всем диапазоне изменения ее поступательной скорости, обусловленного физико-механическими свойствами почвы.



а) б)

Рис. 1. Конструкция фрезерного рабочего органа с механизмом регулирования угла резания: а) схема фрезы: 1 – основной вал; 2 – водило; 3 – ось; 4 – шатун; 5 – нож; 6 – конический ролик; 7 – кулачок; 8 – корпус; б) 3D-фрагмент фрезы.

В Центре регулярно проводятся работы по изготовлению деталей небольшими партиями и разработке прототипов (рис. 2). Основными заказчиками являются компании агропромышленного сектора.

а) б) в)

Рис. 2. Прототипы, изготовленные на 3D-принтере:
а) крышка гидрораспределителя; б) корпус электронного блока; в) корпус вакуумного дозатора доильной установки.

Применение аддитивных технологий и вакуумного литья в силиконовые формы значительно улучшает восстановление работоспособности устройств, особенно импортных. Эти технологии используются для проектирования, прототипирования и производства небольших партий деталей, сокращая время изготовления и решая проблему дефицита запчастей, что снижает простои и экономические потери.

Преимущества аддитивных технологий стимулируют спрос, но их внедрение, особенно в аграрном секторе, замедляется из-за нехватки квалифицированных кадров. Для успешного применения необходимы создание специализированных центров и обучение специалистов.

Источники

1. Рукавишников В.А. Геометро-графическая подготовка инженера: время реформ // Высшее образование в России. 2008. № 5. С. 132-136.

2. Рукавишников В.А., Глинкин А.Д. Тонкослойное течение вязкой несжимаемой жидкости по поверхности тел вращени // ИФЖ, 1980. Т.39. № 1.

3. Сенин П.В., Чаткин М.Н., Кильмяшкин Е.А. Аддитивные технологии для производства и ремонта сельскохозяйственной техники // Инженерные технологии и системы. 2024. № 4. С. 590-593.

УДК: 631.15

О ЦИФРОВИЗАЦИИ АПК В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Калимуллина Ильза Ильнаровна, Салихова Регина Рафаилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ilza.kalimullina6@mail.ru

Аннотация: В данной работе рассматриваются цифровые технологии, способствующие развитию агропромышленного комплекса Республики Татарстан. Определена важность цифровизации сельского хозяйства. Приводятся финансовые данные, способствующие наиболее правильной оценке эффективности внедряемых технических решений.

Ключевые слова: цифровые технологии, Республика Татарстан, сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, автоматизация.

ON THE DIGITALIZATION OF AGRICULTURE IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Kalimullina Ilza Ilnarovna, Salikhova Regina Rafailevna
KSPEU, Kazan, Russia
ilza.kalimullina6@mail.ru

Abstract. This paper discusses digital technologies that contribute to the development of the agro-industrial complex of the Republic of Tatarstan. The importance of digitalization of agriculture has been identified. Financial data is provided that contributes to the most correct assessment of the effectiveness of implemented technical solutions.

Keywords: digital technologies, Republic of Tatarstan, agriculture, agro-industrial complex, automation.

В настоящее время интеграция современных цифровых технологий в различные производственные процессы является одной из ключевых задач российского агропромышленного комплекса (АПК). Исходя из этого, можно выделить, что актуальность данного вопроса достаточно высока, так как данное направление экономики и народного хозяйства является одним из важнейших направлений политики государства.

Важно выделить главную цель цифровой трансформации в Российской Федерации и Республике Татарстан в АПК – получение экономического эффекта в бизнес-процессах посредством снижения трудозатрат с повышением качества производимых продуктов. Современные технические решения в земледелии, предполагающие использование новых цифровых технологий в

виде спутников и компьютеров позволяют снизить расходы и повысить конкурентоспособность предприятий [1].

Цифровизация сельского хозяйства открывает возможности для создания сложных логистических информационных систем, охватывающих весь цикл производства и реализации продукции: от выращивания сырья до розничной продажи. Необходимо отметить, что цифровые технологии позволяют объединять объемы производства мелких фермеров в крупные партии, что обеспечивает доступ к масштабным заказам и экспортным рынкам. Ключевым фактором развития сельских территорий является внедрение электронной коммерции. В настоящее время потенциал онлайн-торговли в сельской местности недостаточно реализован. Развитие электронных площадок для торговли сельскохозяйственной продукцией и потребительскими товарами представляет собой важный резерв для социально-экономического развития села. В то же время, сбор статистических данных по электронной коммерции в сельской местности пока не осуществляется.

Если говорить о цифровизации Республики Татарстан, то стоит выделить следующие инновации, реализованные на территории Республики:

– беспилотный комбайн, разработанный Cognitive Technologies. Данный аппарат может осуществлять сбор урожая без участия человека с соблюдением границ поля;

– оцифровка контроля производства работ, автоматизация бизнес-процессов, бережливое производство, управление затратами и ресурсами, реализованные АО «АГРОСИЛА». На территории семи муниципальных районов оцифрованы основные сельскохозяйственные угодья общей площадью около 330 тысяч гектаров. Это позволяет специалистам в режиме реального времени отслеживать их контуры и любые изменения. В распоряжении специалистов имеются тематические карты, содержащие информацию о рельефе местности и привязке к кадастровому плану. Данные карты способствуют объективному учёту новых данных и позволяют реализовать дифференцированное внесение удобрений, что приводит к существенному сокращению расходов. Для обеспечения контроля вся техника холдинга оснащена топливными датчиками, GPS-датчиками и системой параллельного вождения;

– система штрих-кодирования и контроля технологического процесса производства сахарного песка, разработанная ОАО «Заинский сахар». Компания внедрила систему штрих-кодирования продукции с целью упрощения контроля и учёта складской продукции, а также её реализации посредством быстрой отправки информации о товаре через цифровые платформы и средства электронной связи. В 2019 году ОАО «Заинский сахар» внедрили систему учёта технологических операций по производству сахарного

песка, начиная от загрузки сахарной свеклы, заканчивая реализацией продукции;

– автоматизированная система доения от фирмы Lely, внедрённая КФХ «Мухаметшин» в 2013 году. Важным достоинством данной системы является отсутствие необходимости в большом количестве обслуживающего персонала. По имеющимся данным на 2020 год, данная система позволяет получать ежедневно в среднем до 6 тонн надоя с 234 коров. При этом, оперирует системой шесть человек, которые осуществляют мониторинг за работой комплекса. Это даёт возможность исключить ручной труд, т.к. в составе системы доения также интегрирована роботизированная система, выполняющая функции уборки стойл и кормушек. По состоянию на 2013 год, стоимость данной системы оценивалась в 40 миллионов рублей [2];

– автоматизированная система доения на основе искусственного интеллекта, интегрированная в «РМ Агро». Агропромышленный холдинг имеет почти 2,6 млн голов скота. Из них молочное поголовье – около 922 тысяч. Работа с таким количеством животных требует либо большой численности персонала, либо высокой степени автоматизации. Внедрённая система на основе искусственного интеллекта позволяет анализировать процесс доения на основе эталонного алгоритма, отслеживает действия рабочих, способствует оптимизации менеджмента и улучшению здоровья животных. При обнаружении отклонений система автоматически уведомляет оператора и руководство хозяйства. Это помогает быстро реагировать на проблемы и оперативно их устранять. Эффективность внедрения данной технологии обеспечивает снижение уровня заболеваемости маститом до 70%. На тысячу голов скота экономия получается 5,4 миллиона рублей в год. Кроме того, это позволяет снизить расходы на ветеринарное лечение, которые составляют около 300 тысяч рублей в год. Также данная система позволяет своевременно выявлять изменения в походке и состоянии животных, незаметных человеку. Генеральный директор акционерного общества «Республиканский информационно-вычислительный центр» (РИВЦ) Халиуллин Нияз Андреевич отметил, что по подсчётам специалистов РИВЦ потенциальный эффект от внедрения данной системы содержит следующие показатели: снижение продуктивности в результате хромоты достигает 10%, а потери кормов, вызванные недоеданием, составляют 17%. Например, при дойном поголовье в 1 тысячу и уровне хромоты в 15% снижение надоев на 345 литров в день приводит к недополученной прибыли в размере 11 тысяч рублей. Дополнительно потери кормов составляют 9 тысяч рублей в день, что в совокупности обеспечивает экономию для хозяйства в размере 7,2 миллиона рублей в год. Для сравнения, стоимость системы анализа состояния животных варьируется от 4,5 до 25 млн рублей [3].

Анализируя всё вышесказанное, можно отметить, что цифровизация сельского хозяйства активно набирает темпы, т.к. положительный эффект от внедрения цифровых технологий получают следующие стороны:

– сельхозпроизводитель, который может снизить присутствие человека в рутинных процессах, не требующих аналитических и творческих способностей человека;

– государство, получающее объективные данные от сельских производителей, с целью определения наиболее качественных мер поддержки;

– министерство сельского хозяйства, способное на основе получаемых данных и результатов анализировать рыночные цены на продукты;

– система социального питания: получение возможности сквозного прослеживания процесса «от поля до потребления»;

– мелкие товаропроизводители, внедряющие цифровые технологии, могут повысить качество изготавливаемой продукции.

Исходя из этого, можно на реальных примерах продемонстрировать эффективность внедрения цифровых технологий в агропромышленный комплекс и отраслей, связанных с АПК.

Источники

1. Мулярец С.А. Специфика и проблемы цифровой трансформации предприятий российского агропромышленного комплекса // Инновации и инвестиции. 2021. № 4.

2. Амирова Э.Ф., Субаева А.К., Ибрагимов Л.Г. Особенности и перспективы применения цифровых технологий в АПК Республики Татарстан // Научные исследования молодых ученых: Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Л.М. Рабиновича, Казань, 2024. С. 12-21.

3. ИИ узнает корову по походке: как сельское хозяйство Татарстана превращают в IT-отрасль [Электронный ресурс]. https://kazanfirst.ru/articles/ii-uznaet-korovu-po-pohodke-kak-selskoe-hozyajstvo-tatarstana-prevrashhayut-v-it-otrasl (дата обращения: 01.03.2025).

УДК 004.8

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В БЛОКЧЕЙН И МЕТАВСЕЛЕННЫЕ

Камалетдинов Руслан Ришатович, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
yapolka22@bk.ru

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы привлечения инвестиций в технологический сектор, связанный с блокчейном и метавселенными. Анализируются ключевые экономические и технологические факторы, влияющие на инвестиционную привлекательность данной сферы. В работе выделены основные направления использования блокчейна в метавселенных, включая цифровую экономику, NFT, смарт-контракты и децентрализованные финансы (DeFi). Проведен анализ текущего состояния рынка, выявлены потенциальные риски и барьеры, а также предложены рекомендации для инвесторов и разработчиков. Сделан вывод о высоком инвестиционном потенциале данной области, обусловленном инновационным характером технологии и растущим интересом со стороны бизнеса и пользователей.

Ключевые слова: блокчейн, метавселенные, инвестиции, цифровая экономика, NFT, криптовалюта.

PROSPECTS FOR ATTRACTING INVESTMENT IN BLOCKCHAIN AND META-UNIVERSES

Kamaletdinov Ruslan Rishatovich, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
yapolka22@bk.ru

Abstract. The article considers the prospects of attracting investment in the technological sector related to blockchain and meta-universes. It analyzes the key economic and technological factors that influence the investment attractiveness of this sphere. The paper highlights the main areas of blockchain use in metavillages, including digital economy, NFT, smart contracts and decentralized finance (DeFi). The current state of the market is analyzed, potential risks and barriers are identified, and recommendations for investors and developers are offered. It is concluded that this area has a high investment potential due to the innovative nature of the technology and the growing interest of businesses and users.

Keywords: blockchain, metaverses, investment, digital economy, NFT, cryptocurrency.

Актуальность темы обусловлена стремительным развитием цифровых технологий, оказывающих значительное влияние на экономику и инвестиционные стратегии. Блокчейн и метавселенные представляют два перспективных направления, сочетающие в себе децентрализованные технологии, цифровые активы и виртуальную реальность. Рост интереса к данным сферам со стороны частных и институциональных инвесторов обусловлен возможностью создания новых моделей экономического взаимодействия, повышенной безопасностью и прозрачностью сделок. Рассмотрим инвестиционные возможности и потенциальные риски, связанные с этими технологиями.

Блокчейн – это децентрализованная технология хранения и передачи данных, обеспечивающая высокий уровень безопасности, прозрачности и неизменяемости информации. В отличие от традиционных централизованных систем, где данные контролируются одним узлом, блокчейн распределяет их между множеством участников сети, исключая возможность манипуляции и несанкционированного изменения. Ключевыми характеристиками данной технологии являются децентрализация, консенсусные механизмы, криптографическая защита, а также использование смарт-контрактов – программных алгоритмов, автоматически выполняющих условия сделки. Эти свойства делают блокчейн не только надежным инструментом для финансовых операций и управления цифровыми активами, но и фундаментом для создания устойчивых экосистем метавселенных [1].

Метавселенная – это цифровая среда, объединяющая пользователей в интерактивном виртуальном пространстве, где они могут взаимодействовать, создавать контент и обмениваться активами. Ее основой являются технологии виртуальной и дополненной реальности, искусственного интеллекта и блокчейна, обеспечивающие реалистичность взаимодействий и автономность цифровой экономики. Ключевые компоненты метавселенной включают токенизированные активы (NFT), механизмы социального и экономического взаимодействия, а также децентрализованные платформы, позволяющие пользователям владеть цифровыми объектами и вести торговую деятельность без посредников. Таким образом, метавселенные создают новые модели цифровой экономики, способствуя развитию виртуальной собственности, финансовых инструментов и бизнес-процессов в цифровом пространстве [2].

Увеличение числа пользователей метавселенных в сочетании с активным развитием блокчейн-технологий формирует широкие инвестиционные возможности. Согласно прогнозам аналитиков, к 2030 году объем рынка метавселенных может превысить 1 трлн долларов США, что обусловлено растущим спросом на цифровые активы, виртуальную недвижимость и децентрализованные финансовые инструменты. Наиболее перспективными

направлениями для инвестиций являются разработка и масштабирование виртуальных миров, усовершенствование инфраструктуры блокчейна, а также создание и торговля цифровыми активами, включая NFT, которые обеспечивают уникальность и право собственности на виртуальные объекты.

Таблица 1. Основные направления инвестирования в блокчейн и метавселенные

Направление	Описание	Прогнозируемый рост (к 2030 г.)	Потенциальные риски
Виртуальная недвижимость	Инвестиции в виртуальные земли, здания, объекты недвижимости	25% ежегодно	Регулирование, волатильность цен
NFT	Покупка и продажа уникальных цифровых активов	30% ежегодно	Пиратство, спекуляции
Смарт-контракты	Разработка и внедрение автоматизированных соглашений	20% ежегодно	Масштабируемость, энергопотребление
Децентрализованные финансы (DeFi	Финансовые инструменты, обеспечивающие децентрализацию	35% ежегодно	Регуляторные ограничения, киберугрозы

Таблица демонстрирует ключевые области, в которые инвесторы могут вкладывать средства в рамках блокчейна и метавселенных. Прогнозируемый рост этих направлений подтверждает высокую привлекательность данных технологий для долгосрочных инвестиций [5].

NFT (невзаимозаменяемые токены) обеспечивают уникальность и подлинность цифровых объектов, что делает их ценными активами для инвесторов. Использование NFT в метавселенных включает продажу виртуальной недвижимости, предметов искусства, игровых активов и других цифровых товаров. Кроме того, NFT могут использоваться для подтверждения прав собственности, создания эксклюзивного контента и участия в децентрализованных сообществах. Развитие технологии смарт-контрактов расширяет функциональность NFT, позволяя автоматизировать сделки и гарантировать соблюдение условий купли-продажи без посредников.

Смарт-контракты автоматизируют выполнение соглашений между пользователями, минимизируя необходимость в посредниках. Это снижает транзакционные издержки и повышает уровень доверия. Децентрализованные финансы (DeFi) предоставляют новые инвестиционные инструменты, включая стейкинг, кредитование и ликвидность пулов.

Венчурные фонды активно инвестируют в стартапы, разрабатывающие блокчейн-решения для метавселенных. Наибольший интерес вызывают

проекты, связанные с виртуальной недвижимостью, цифровыми валютами и платформами для взаимодействия пользователей. Инвесторы рассматривают такие инициативы как перспективные из-за их потенциала масштабирования и роста пользовательской базы. Кроме того, значительное внимание уделяется инновационным технологиям, таким как интеграция искусственного интеллекта, усовершенствованные механизмы управления цифровыми активами и развитие экономических моделей, обеспечивающих устойчивость виртуальных миров [3].

К числу ведущих компаний, активно развивающих технологии метавселенных и блокчейна, относятся Meta (Facebook), Decentraland, The Sandbox, Axie Infinity и другие. Эти платформы предлагают пользователям не только возможность владения цифровыми активами, но и полноценную экосистему для торговли, создания контента, проведения виртуальных мероприятий и взаимодействия в цифровых сообществах. Их успех привлекает внимание инвесторов, способствуя дальнейшему развитию рынка.

Однако одной из ключевых проблем остается неопределенность правового статуса блокчейн-проектов и метавселенных. Отсутствие единых регуляторных норм усложняет интеграцию данных технологий в традиционные экономические модели и создает барьеры для институциональных инвесторов. Развитие законодательной базы, направленной на защиту пользователей и инвесторов, играет критически важную роль в формировании доверия к данной отрасли.

Дополнительные вызовы связаны с техническими аспектами: масштабируемость блокчейн-сетей, безопасность хранения данных и совместимость различных платформ остаются актуальными проблемами. Инфраструктурные ограничения могут замедлять внедрение новых решений, требуя значительных инвестиций в разработку более эффективных и устойчивых технологических архитектур.

Еще одним фактором риска является высокая волатильность криптовалютного рынка, оказывающая влияние на стоимость цифровых активов и инвестиционные стратегии. Изменения курсов криптовалют, а также колебания спроса на виртуальные активы могут приводить к неопределенности и необходимости постоянного мониторинга рынка [6, 7]. В этой связи инвесторам рекомендуется диверсифицировать портфель активов, изучать динамику рынка и учитывать возможные регуляторные изменения при принятии решений о вложениях в блокчейн и метавселенные. Разработчикам же важно ориентироваться на вопросы кибербезопасности, пользовательского опыта и правового регулирования, создавая устойчивые и технологически продвинутые решения, способные обеспечить долгосрочный рост индустрии [4].

Блокчейн и метавселенные формируют новую цифровую экономику, открывая широкие инвестиционные перспективы. Децентрализованные технологии обеспечивают прозрачность и безопасность, но их развитие сопровождается правовыми и техническими вызовами. Несмотря на риски, рост интереса со стороны бизнеса и пользователей подтверждает долгосрочный потенциал данной сферы. Успех инвестиций зависит от анализа трендов и диверсификации активов, а разработка новых решений требует учета безопасности и регуляторных норм. В ближайшие годы ожидается дальнейшее расширение индустрии и появление инновационных бизнес-моделей.

Источники

1. Петров И.В., Смирнов А.Н. Блокчейн-технологии в цифровой экономике: перспективы и вызовы // Журнал цифровых инноваций. 2024. № 2(18). С. 75-81.
2. Васильев К.П., Дроздова О.Л. NFT и метавселенные: новый этап развития цифровых активов // Экономика и цифровизация. 2023. № 4(27). С. 102-108.
3. Сергеев Д.А., Коваленко М.Ю. Регулирование блокчейн-платформ: международный опыт и российские реалии // Вопросы цифрового права. 2024. Т. 5. № 1(21). С. 145-152.
4. Хасанова С.С., Пырнова О.А., Шардан С.К. Современное состояние развития глобальной цифровой экономики // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 3. № 3(144). С. 113-119.
5. Кунакбаев А.Р., Зарипова Р.С. Интеллект роя для IT: перспективы и применение в кибербезопасности и анализе данных // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2024. № 3-4(33-34). С. 225-228.
6. Зарипова Р.С., Кудряков Р.И. Перспективы развития и основные проблемы использования криптовалют // Наука Красноярья. 2023. Т. 12. № 3-3. С. 23-28.
7. Мухаметзянов И.И., Зарипова Р.С. Эволюция рынка криптовалют и возможности денежно-кредитной политики // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2024. С. 153-155.
8. Теплая Н.А., Аллабян М.Г., Халидов А.А. Анализ экономической эффективности внедрения искусственного интеллекта в малом бизнесе // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 5, № 3(156). С. 174-179.

УДК 004.7:65.012.4

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ПРЕДПРИЯТИЙ: СЦЕНАРИЙ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Камалетдинов Руслан Ришатович, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
yapolka22@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается роль цифровых двойников (ЦД) в формировании сценариев развития предприятий в условиях неопределенности современного бизнес-ландшафта. Анализируются теоретические основы технологии, её классификация по уровням сложности и функциональному назначению, а также интеграция в корпоративную архитектуру. Рассмотрены технические ограничения и экономические риски, связанные с внедрением цифровых двойников, а также перспективы их развития в контексте устойчивого развития и интеграции с искусственным интеллектом.

Ключевые слова: цифровые двойники, сценарное моделирование, стратегическое управление, устойчивое развитие, искусственный интеллект, VUCA-мир, корпоративная архитектура.

DIGITAL TWINS OF ENTERPRISES: A SCENARIO OF ENTERPRISE DEVELOPMENT

Kamaletdinov R. Ruslan, Smirnov N. Yuri
KSPEU, Kazan, Russia
yapolka22@bk.ru

Abstract. The article considers the role of digital twins (DTs) in shaping enterprise development scenarios under the uncertainty of the modern business landscape. The theoretical foundations of the technology, its classification by levels of complexity and functional purpose, as well as its integration into corporate architecture are analyzed. Technical limitations and economic risks associated with the introduction of digital twins, as well as the prospects of their development in the context of sustainable development and integration with artificial intelligence are considered.

Keywords: digital twins, scenario modeling, strategic management, sustainable development, artificial intelligence, VUCA-world, corporate architecture.

Современный бизнес-ландшафт характеризуется высокой степенью неопределенности, что делает традиционные методы стратегического планирования малоэффективными. В условиях VUCA-мира (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity) предприятия сталкиваются с

необходимостью адаптироваться к динамическим изменениям. Цифровые двойники (ЦД) предлагают принципиально иной подход. Они представляют собой не просто цифровые копии физических объектов, а динамические модели, интегрирующие данные, бизнес-процессы и внешние факторы. Их ключевая ценность заключается в способности к сценарному моделированию.

Разнообразие задач, решаемых предприятиями в условиях VUCA-мира, требует дифференцированного подхода к проектированию цифровых двойников. Их классификация отражает не только технологическую сложность, но и уровень стратегического влияния на бизнес-процессы. Цифровые двойники классифицируются по уровням сложности и функциональному назначению. На нижнем уровне иерархии находится:

1. Asset Twin – Его ключевая функция – прогнозирование технических сбоев через анализ данных с датчиков.

2. Следующий уровень – System Twin, моделирующий взаимодействие нескольких активов в рамках системы. Здесь применяется теория систем Людвига фон Берталанфи, акцентирующая внимание на эмерджентных свойствах.

3. Высший уровень – Enterprise Twin, охватывающий всю организацию, включая бизнес-процессы, персонал и внешние факторы. Его функция – стратегическое сценарное моделирование. Теоретической базой выступает теория сложных адаптивных систем (CAS).

Функциональное назначение ЦД определяется их ролью в управленческом цикле: от анализа текущего состояния до генерации решений. Можно выделить три основных типа ЦД по функционалу:

1. Симуляционные цифровые двойники предназначены для имитации поведения системы в определённых условиях. Они основаны на детерминированных моделях, таких как физические уравнения, или стохастических подходах, таких как метод Монте-Карло.

2. Предсказательные ЦД – используют алгоритмы машинного обучения для прогнозирования будущих событий. Они работают с неструктурированными данными и выявляют скрытые паттерны.

3. Прескриптивные цифровые двойники представляют собой высшую ступень развития данной технологии. Они не только предсказывают события, но и генерируют оптимальные решения, учитывая ограничения и целевые функции.

Цифровые двойники не существуют изолированно – их ценность раскрывается при интеграции с управленческими системами предприятия. В связке с BPM (Business Process Management) они трансформируют статичные схемы процессов в динамические модели. Интеграция с ERP-системами обеспечивает двусторонний обмен данными.

Сценарное моделирование – это методология, позволяющая предприятиям изучать альтернативные пути развития в условиях неопределенности. Его суть заключается в создании множества гипотетических вариантов развития, их анализе и выборе оптимального пути. На начальном этапе необходимо выявить основные факторы, оказывающие наибольшее влияние на перспективы предприятия. После идентификации ключевых факторов цифровой двойник начинает строить «что, если»-модели. Применяются два метода моделирования: детерминированный и стохастический.

Рис. 1. Схема Процесс создания и использования цифрового двойника для сценарного моделирования

Цифровой двойник предоставляет данные, графики и прогнозы, но преобразовать их в стратегию можно только через сценарий развития – детализированный план, который объединяет результаты моделирования, ресурсные возможности компании и её долгосрочные цели. Процесс начинается с глубокого анализа текущего состояния компании. На этапе формирования гипотез ключевую роль играет мозговой штурм с участием экспертов из разных отделов. Цифровой двойник проверяет эти гипотезы, симулируя их последствия. Например, для производителя электромобилей критичными гипотезами могут стать:

1. Переход на твердотельные батареи, которые используют меньше лития и имеют большую энергоемкость.

2. Создание совместных предприятий с поставщиками редкоземельных металлов для снижения зависимости от глобальных цен.

3. Разработка водородных двигателей как альтернативы батареям.

Цифровой двойник проверяет эти гипотезы, симулируя их последствия, и предлагает оптимальный сценарий, который включает краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные меры.

Одной из главных проблем цифровых двойников является их зависимость от данных. Для создания точной модели требуется огромное количество информации, которая должна быть не только полной, но и актуальной. Кроме того, цифровой двойник никогда не сможет стать «идеальной копией» предприятия. Разработка и поддержка цифрового двойника требуют значительных инвестиций, что ставит вопрос о возврате на инвестиции (ROI). Например, внедрение IoT-датчиков, создание моделей машинного обучения и интеграция с существующими системами могут обойтись компании в миллионы долларов. При этом возврат на инвестиции не всегда оправдывает ожидания, особенно если модель оказывается неточной или не учитывает ключевые факторы.

Цифровые двойники уже сегодня трансформируют подходы к управлению предприятиями, но их эволюция только начинается. В ближайшие годы нас ждут значительные изменения, связанные с развитием технологий. Искусственный интеллект играет ключевую роль в развитии цифровых двойников. Современные модели уже используют машинное обучение для анализа данных и прогнозирования, но в будущем их возможности значительно расширятся. Например, генеративные модели, такие как GPT и GAN, смогут создавать синтетические данные для обучения цифровых двойников в условиях нехватки реальной информации. Это особенно актуально для отраслей, где сбор данных затруднен, таких как медицина или аэрокосмическая промышленность.

Цифровые двойники представляют собой не просто технологический инструмент, а стратегический актив, позволяющий предприятиям адаптироваться к изменениям в условиях неопределенности. Благодаря возможностям сценарного моделирования, они помогают организациям не только анализировать текущее состояние бизнеса, но и прогнозировать различные варианты развития, минимизируя риски и оптимизируя принятие решений. Однако их эффективность зависит не только от технологического совершенства, но и от качества данных, интеграции с корпоративными системами и учета человеческого фактора. В будущем цифровые двойники будут играть все более значимую роль в стратегическом управлении, устойчивом развитии и повышении конкурентоспособности предприятий [1-5].

Источники

1. Зинатуллина Р.Р., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники автоматизированных систем управления технологическими процессами // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 187-191.

2. Салимов Р.Р. Управления технологическими процессами в цифровых двойниках предприятия // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 474-478.

3. Семенов М.А., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники систем управления технологическими процессами // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 506-508.

4. Зарипова Р.С., Валеева Ю.С., Смирнов Ю.Н. [и др.] Цифровые технологии в решении проблем современности: монография // Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023.

5. Смирнов Ю.Н., Зиганшин Э.Ш., Каляшина А.В. Цифровые технологии в процессах управления предприятием и технологическими процессами // Цифровые технологии в решении проблем современности: монография. Казань, 2023. С. 7-24.

6. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

7. Хаджиева Л.К., Халидов А.А., Хагаева А.В. Цифровизация и автоматизация производства в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 443-446.

8. Цеева Ф.М., Верещагина А.С., Николаева С.Г. Автоматизация производства с использованием нейронных сетей и глубокого обучения // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, № 12(153). С. 12-19.

9. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 207-210.

УДК 004

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ИТ-РЕШЕНИЯ ПО ПРОЕКТУ РЕИНЖИНИРИНГА ПРОЦЕССА УЧЕТА КОНТИНГЕНТА СТУДЕНТОВ ФГБОУ ВО «МГТУ ИМ. Г.И. НОСОВА»

Каримова Айзиля Рустамовна, Сорокина Анна Сергеевна, Назарова Ольга Борисовна
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
ajzilya.karimova.03@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются варианты управленческих ИТ-решений для проекта реинжиниринга процесса учета контингента студентов ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», путем выбора автоматизированной системы для формирования отчетности. В результате на основе метода анализа иерархий Томаса Саати было принято обоснованное управленческое решение о разработке дополнительного модуля для информационной системы «Студент».

Ключевые слова: автоматизация, информационные системы, метод анализа иерархий, управленческое решение, реинжиниринг.

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF THE IT SOLUTION FOR THE REENGINEERING PROJECT OF THE PROCESS OF ACCOUNTING THE CONTINGENT OF NMSTU'S STUDENTS

Karimova Ayzilya Rustamovna, Sorokina Anna Sergeevna, Nazarova Olga Borisovna
NMSTU, Magnitogorsk, Russia
ajzilya.karimova.03@mail.ru

Abstract. The article considers the options of managerial IT solutions for the project of re-engineering of the process of accounting by the contingent of NMSTU's students by selecting an automated-system for reporting. As a result, based on the method of Thomas Saaty analytical hierarchy process, a reasonable managerial decision was made to develop an additional module for the information system «Student».

Keywords: automatisation, information systems, analytical hierarchy process, management decision, reengineering.

Современные образовательные организации идут в ногу со временем, поэтому ставят перед собой цель оптимизировать и автоматизировать свои процессы посредством проведения реинжиниринга.

Бизнес-процесс учета контингента студентов является одним из ключевых для образовательных организаций, так как он охватывает важные

аспекты: регистрацию студентов, ведение баз данных, учет успеваемости, формирование отчетности и взаимодействие с другими отделами учреждения.

В результате обследования предметной области были выявлены причины неэффективности процесса учета контингента студентов в «МГТУ им. Г.И. Носова»:

– ручной свод данных;

– человеческий фактор (неточность данных);

– временные и трудовые затраты;

– ведение бумажного журнала.

В качестве возможных решений обозначенных проблем рассматриваются три классических варианта: приобрести и внедрить готовую систему, разработать новую или модернизировать действующую.

Для обоснования выбора системы был использован метод анализа иерархий Томаса Саати. Метод анализа иерархий позволяет группе людей взаимодействовать по общей проблеме, модифицировать свои суждения и в результате объединять групповые суждения и в результате объединять групповые суждения в соответствии с основным критерием: при проведении попарных сравнений объектов по отношению к некоторой характеристике или характеристик по отношению к высшей цели, обратные отношения обеспечивают ключ к объединению групповых суждений рациональным образом [1].

Рассмотрим алгоритм метода анализа иерархий Томаса Саати [2]:

1. Определение цели.

Определить проектное решение для процесса учета контингента студентов.

2. Определение критериев выбора.

Были выявлены следующие основные критерии выбора:

– (К1) функциональность (система должна предоставлять необходимый функционал для формирования отчетности по учету контингента студентов, а именно: выбор периода, за который необходимо сформировать отчет; предоставление результата в виде excel-файла, оформленного по шаблону отчета; хранение ранее сформированных отчетов в архиве; возможность выгрузки отчета из системы в виде excel-файла);

– (К2) стоимость (стоимость выбранной системы не должна превышать обозначенный бюджет (не более 2 млн. рублей);

– (К3) время (время, затраченное на разработку или внедрение не должно превышать 1 год;

– (К4) затраты на сопровождение (человеческие ресурсы – специалисты, которые будут сопровождать систему в будущем и оплата их труда;

– (К5) удобство (интерфейс системы должен быть интуитивно понятным и соответствовать действующим системам, используемым в ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»;

– (К6) совместимость (система должна быть совместима с действующими системами, используемыми в ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова».

– (К7) документация (система должна иметь полный пакет документации, в частности, Руководство пользователя).

3. Определение альтернативных решений (систем):

– 1С: Университет – решение позволяет автоматизировать учет, хранение, обработку и анализ информации об основных процессах высшего учебного заведения; является стандартным решением, которое применяется многими университетами; требует настройки под нужны конкретного университета, для сопровождения данной системы необходимо несколько сотрудников, имеющих сертификацию 1С;

– OLAP – система, основанная на данной технологии, ранее использовалась в «МГТУ им. Г.И. Носова»;

– модуль к информационной системе (ИС) «Студент» – дополнительный модуль к действующей в «МГТУ им. Г.И. Носова» ИС «Студент».

– разработка «с нуля» - создание новой системы, которая будет полнофункциональным решением, которое заменит действующие системы.

4. Определение приоритетов критериев (суждения).

Согласно шкале субъективных суждений сравнения критериев, представленной ниже, определяем приоритеты критериев (суждения) (табл. 1).

Таблица 1. Матрица парных сравнений критериев

	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	Вес критерия (WK)
К1	1,00	5,00	5,00	5,00	7,00	5,00	5,00	0,39
К2	0,20	1,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	0,20
К3	0,20	0,33	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,12
К4	0,20	0,33	0,33	1,00	5,00	5,00	5,00	0,12
К5	0,14	0,20	0,33	0,20	1,00	5,00	3,00	0,07
К6	0,20	0,20	0,33	0,20	0,20	1,00	5,00	0,06
К7	0,20	0,20	0,33	0,20	0,33	0,20	1,00	0,03

5. Составим матрицы попарных сравнений для альтернатив по каждому критерию.

6. Выводы

Диаграмма результатов вычислений по методу Т. Саати представлена на рис. 1.

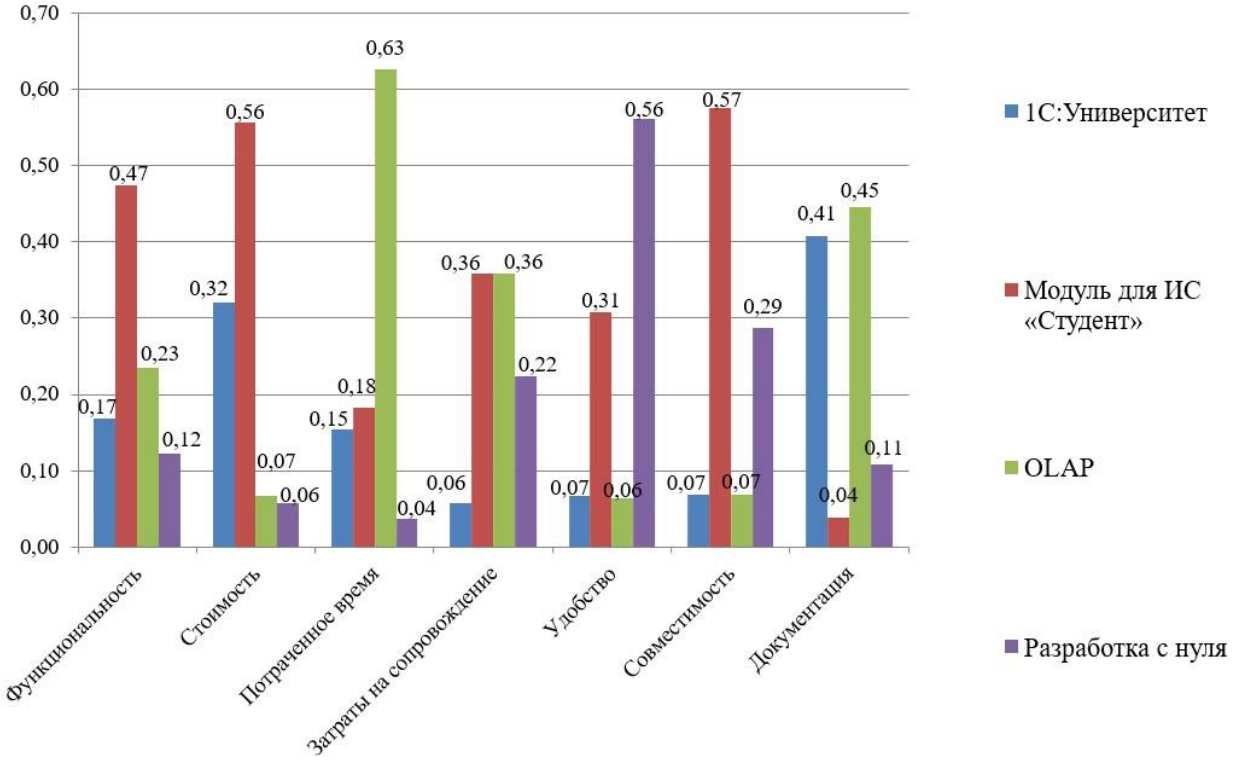


Рис. 1. Диаграмма результатов попарного сравнения альтернатив по критериям

Согласно проведенным расчетам, разработка модуля для текущей системы имеет высокие показатели по критериям: «функциональность» (К1), «стоимость» (К2), «затраты на сопровождение» (К4) и «совместимость» (К5), которые являются основополагающими при выборе системы.

Для принятия решения необходимо также определить комбинированный весовой коэффициент каждой системы (рис. 2).

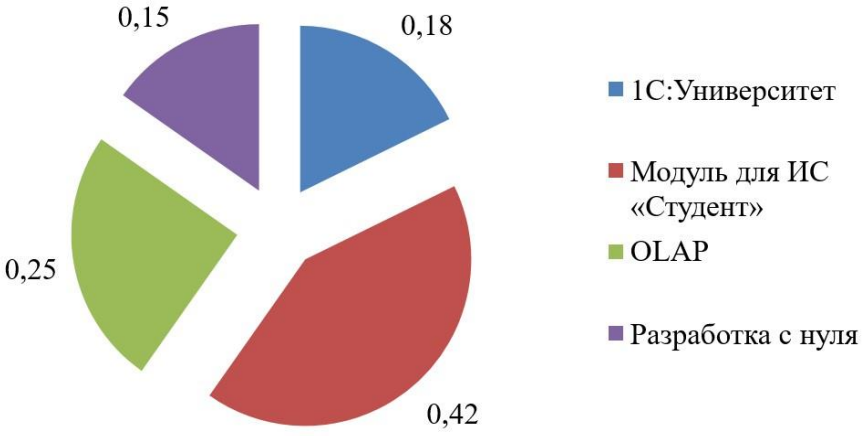


Рис. 2. Диаграмма комбинированных весовых коэффициентов каждой системы

Таким образом, на основании вычислений, произведенных по методу анализа иерархий Томаса Саати, было принято управленческое решение о разработке дополнительного модуля для информационной системы «Студент», которая сейчас используется в «МГТУ им. Г.И. Носова». Разработка модуля займет меньше времени, чем создание новой системы «с нуля», обеспечит необходимый функционал по запросу заказчика, что увеличивает удобство системы и гарантирует максимальную совместимость. Разработка и последующее внедрение модуля позволит минимизировать ручной ввод и снизить ошибки – «человеческий фактор».

Источники

1. Саати Т. Принятие решений Метод анализа иерархий // Т. Саати; Пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. Москва: Радио и связь, 1993. С. 314.

2. Трифонова О.Н., Бордюг В.Л., Панченко Е.Г. Выбор методологии внедрения автоматизированной и информационно-аналитической системы электронного документооборота проектно-сметной документации для инжиниринговой компании на основе метода анализа иерархий Томаса Саати // Nauka-rastudent.ru. 2015. № 2(14). С. 12.

3. Масленникова О.Е., Курзаева Л.В., Назарова О.Б. Системный анализ и реинжиниринг бизнес-процессов: практикум [для вузов] / Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2019. С. 90.

УДК 338.33

ЦИФРОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

Клименко Александр Дмитриевич
ФГБОУ ВО «БГУ», г. Брянск, Россия
alexklimenko2@yandex.ru

Аннотация. Современная промышленность переживает радикальную трансформацию, движимую цифровыми технологиями и необходимостью адаптации к глобальным вызовам. В статье исследуется формирование цифровых бизнес-экосистем как ключевого инструмента повышения конкурентоспособности промышленных предприятий. На основе анализа структурных компонентов, таких как цифровые платформы, интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ) и облачные технологии, раскрывается их роль в оптимизации производственных процессов и управлении цепочками создания стоимости. Особое внимание уделяется взаимосвязи цифровизации с устойчивым развитием (ESG-стратегиями), включая снижение экологической нагрузки и рационализацию ресурсов.

Ключевые слова: цифровая экосистема, промышленность, цифровая трансформация, цифровизация промышленности.

DIGITAL ECOSYSTEMS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES: TECHNOLOGY INTEGRATION, SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ECOSYSTEM APPROACH

Klimenko Aleksandr Dmitrievich
BSU, Bryansk, Russia
alexklimenko2@yandex.ru

Abstract. Modern industry is undergoing a radical transformation driven by digital technologies and the need to adapt to global challenges. The article explores the formation of digital business ecosystems as a key tool to improve the competitiveness of industrial enterprises. Based on the analysis of structural components such as digital platforms, the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI) and cloud technologies, their role in optimising production processes and managing value chains is revealed. Particular attention is paid to the relationship between digitalisation and sustainable development (ESG strategies), including environmental mitigation and resource rationalisation.

Key words: digital ecosystem, industry, digital transformation, digitalisation of industry.

Экосистемный подход в экономике отражает идею о взаимосвязанности всех элементов системы. Цифровые экосистемы промышленных предприятий не являются утрированным набором технологий, а являются сложными сетями взаимодействий, где каждый участник вносит свой вклад в создание общей ценности. Это соответствует концепции холизма, где целое есть больше, чем сумма его частей. Экосистемный подход также подчеркивает важность сотрудничества и кооперации, что противостоит традиционной конкуренции как единственному двигателю экономического прогресса.

В эпоху Четвертой промышленной революции, характеризующейся слиянием физического и цифрового миров, промышленность переживает цифровую трансформацию. По мнению В.И. Абрамова, ключевым элементом этой трансформации является переход к цифровым бизнес-экосистемам (ЦБЭ). ЦБЭ позволяют компаниям выйти за рамки простой автоматизации и радикально переосмыслить свои бизнес-модели, создавая сложные сети взаимосвязанных сторон, от поставщиков сырья до конечных потребителей продукции. В основе этого перехода лежит активное внедрение таких сквозных технологий, как Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ), анализ больших данных и облачные вычисления. Именно они обеспечивают непрерывный обмен данными и возможность оперативного принятия управленческих решений [1].

Цифровые экосистемы – это разветвленные сети, объединяющие цифровые платформы, приложения и организации, активно сотрудничающие и взаимодействующие в виртуальном пространстве. Их ключевые особенности включают:

– взаимосвязанность (участники экосистемы образуют тесные сетевые связи, обмениваясь информацией, ресурсами и услугами для эффективной координации действий);

– центральную роль цифровых платформ (в основе каждой цифровой экосистемы лежат цифровые платформы, обеспечивающие участникам доступ к необходимым данным, инструментам и функциональным возможностям, служа основой для взаимодействия);

– коллективное создание ценности (главная цель экосистем – генерация ценности для каждого участника посредством объединения ресурсов и экспертных знаний);

– стимулирование разработок (цифровые экосистемы создают благоприятную атмосферу для творчества и экспериментов, тем самым подталкивая к разработке инновационных продуктов и услуг);

– адаптивность (экосистемы обладают способностью адаптироваться к изменяющимся условиям рынка и расширяться по мере увеличения числа участников) [2].

Внедрение цифровых технологий – это не просто техническая задача, она влечет за собой и организационные изменения. По прогнозам РАЭК, к 2025 году объем российского рынка цифровых платформ для промышленного сектора достигнет впечатляющих 200 миллиардов рублей [3]. Такой рост требует согласованных действий со стороны бизнеса, государства и научно-исследовательских институтов. Важно отметить, что создание цифровых экосистем тесно связано с достижением целей устойчивого развития, в том числе с сокращением выбросов углекислого газа и более рациональным использованием ресурсов.

Промышленное предприятие в рамках цифровизации не является изолированной структурой, а является частью сложной цифровой экосистемы, объединяющей технологический, организационный и человеческий капитал. В центре такой экосистемы находится цифровая платформа, обеспечивающая взаимодействие между всеми участниками – от поставщиков и производителей до клиентов и государственных органов. Это взаимодействие осуществляется посредством облачных сервисов, IoT-устройств и аналитических инструментов. Ключевым фактором успеха является эффективное управление данными, которые, будучи собранными, сохраненными и проанализированными, становятся основой для принятия взвешенных решений, оптимизации логистики, управления качеством и прогнозирования спроса. Технологии, такие как IoT, ИИ и роботизация, служат катализатором данной трансформации. В результате, цифровая экосистема позволяет значительно снизить транзакционные издержки, ускорить инновации и повысить общую эффективность производственных систем.

Внедрение цифровых экосистем напрямую способствует реализации ESG-стратегий. Например, как указывает П.А. Дегтярев в своей работе [4], автоматизация производственных процессов ведет к значительному сокращению энергопотребления и уменьшению количества образующихся отходов. Более того, применение предиктивной аналитики позволяет заблаговременно выявлять потенциальные неисправности и предотвращать аварии, тем самым минимизируя возможный ущерб окружающей среде и способствуя более устойчивому развитию предприятия.

В условиях санкционного режима и курса на импортозамещение государственная поддержка становится особенно важной для отечественных предприятий, стремящихся к цифровой трансформации. Как отмечает Н.Е. Игнаткин [5], компании, внедряющие отечественное программное обеспечение и оборудование, могут рассчитывать на льготное финансирование, что значительно снижает финансовую нагрузку и ускоряет процесс перехода к цифровым экосистемам.

Хотя цифровые платформы могут быть транзакционными (например, маркетплейсы) или инновационными (платформы для совместной разработки), как отмечает Р. Д. Сердюков [6], в промышленности чаще всего встречаются гибридные модели. Эти платформы сочетают в себе функции как транзакционных, так и инновационных решений, обеспечивая предприятиям гибкость и широкий спектр возможностей.

Однако, несмотря на потенциал, внедрение цифровых экосистем сталкивается с барьерами:

– большой объем инвестиций;

– нехватка специализированных кадров;

– риски нестабильности киберпространства;

– необходимость существенного изменения бизнес-моделей;

– интеграция и анализ «больших данных» в реальном времени.

Для преодоления этих вызовов необходимы:

– развитие образовательных программ по цифровым технологиям;

– создание государственно-частных партнерств для финансирования пилотных проектов;

– внедрение стандартов кибербезопасности и блокчейн-решений для защиты данных.

Цифровая экосистема представляет собой эволюционную стадию развития бизнес-экосистем, где цифровизация радикально меняет их структуру, создавая многосторонние цифровые сети, основанные на технологиях IoT, AI и цифровых платформах. Данный процесс эволюционирует от базовых экосистем, связанных с продуктом и цепочками поставок, к более продвинутым цифровым сервисным экосистемам и, в конечном итоге, к сложным многосторонним цифровым бизнес-экосистемам. Критически важными условиями успешного функционирования таких ЦБЭ являются эффективная координация между всеми участниками и четкое управление данными [7].

Для успешного внедрения цифровых платформ предлагаются различные меры, включая создание центров компетенций, формирование консорциумов и поэтапный запуск платформ. Интегрируя различные аспекты промышленной деятельности, такие как логистика, финансы и производство, цифровые платформы способствуют повышению эффективности и конкурентоспособности в условиях реиндустриализации. Ожидается, что в результате внедрения снизятся затраты, вырастет прибыль, ускорится производственный цикл и произойдет интеграция в глобальную промышленную экосистему [8].

Цифровая трансформация промышленности через создание экосистем и платформ становится необходимым условием для устойчивого развития и инноваций. Интеграция технологий, данных и участников, а также управление

сетевыми эффектами позволяют преодолеть вызовы современного рынка и обеспечить долгосрочную конкурентоспособность промышленных предприятий. Для масштабирования таких практик требуется системная поддержка со стороны государства, инвестиции в инфраструктуру и подготовку кадров. Будущее промышленности лежит в экосистемах, где конкуренция уступает место кооперации, а технологии служат инструментом достижения как экономических, так и экологических целей.

Источники

1. Абрамов В.И., Гордеев В.В., Столяров А.Д. Цифровая трансформация промышленных предприятий в цифровые бизнес-экосистемы: структурные компоненты и практические аспекты реализации // Фундаментальные исследования. 2024. № 9. С. 78-85.
2. Герцик Ю.Г., Малашин И.П., Горлачева Е.Н. Особенности построения промышленной экосистемы цифрового формата // Экономика высокотехнологичных производств. 2024. Т. 5. № 1. С. 9-24.
3. Российская ассоциация электронных коммуникаций [Электронный ресурс]. https://raec.ru/live/smi/12881/?sphrase_id=225299 (дата обращения: 04.02.2025).
4. Дегтярев П.А. Особенности формирования цифровой экосистемы промышленных предприятий в целях обеспечения их устойчивого развития // Journal of Economic Regulation. 2023. Т. 14. № 3. С. 32-42.
5. Игнаткин Н.Е., Бром А.Е., Самойлова И.А. Концепция цифровых экосистем в промышленности // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. № 8. С. 70-72.
6. Сердюков Р.Д. Роль и место цифровых платформ в развитии промышленных предприятий: экосистемный подход // Естественно-гуманитарные исследования. 2021. № 37(5). С. 249-255.
7. Попов Е.В., Симонова В.Л., Зырянов А.С. Эволюция бизнес-экосистем в промышленности - от классического типа к цифровым // Информатизация в цифровой экономике. 2024. Т. 5. № 3. С. 341-360.
8. Пудовкина О. Е. Формирование цифровой экосистемы промышленной кооперации на базе передовых цифровых платформ в условиях реиндустрилизации // Вестник университета. 2020. № 9. С. 41-48.

УДК 004.4

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГРАФИЧЕСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ (GUI) ДЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЕРСИЙ GIT

Колосова Светлана Андреевна
РТУ МИРЭА, г. Москва, Россия
kolosovasvetlana07@mail.ru

Аннотация. В данной статье предложен сравнительный анализ графических интерфейсов (GUI) для системы контроля версий Git. В исследовании рассмотрены пять наиболее популярных инструмента: GitKraken, GitHub Desktop, Sourcetree, Fork, TortoiseGit. Рассмотрены их функциональные возможности и интеграции с CI/CD-платформами. Представлены результаты по оценке характеристик каждого инструмента, а также их соответствия требованиям различных категорий пользователей – от индивидуальных разработчиков до корпоративных команд.

Ключевые слова: Git, системы контроля версий, графический интерфейс, GUI, CI/CD, производительность, инструменты разработки.

GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI) BENCHMARKING FOR GIT VERSION CONTROL

Kolosova Svetlana Andreevna
RTU MIREA, Moscow, Russia
kolosovasvetlana07@mail.ru

Abstract. This article offers a comparative analysis of graphical interfaces (GUIs) for the GIT version control system. The study considers the five most popular tools: GitKraken, GitHub Desktop, Sourcetree, Fork, TortoiseGit. Their functionality, integration with CI/CD platforms. The results of assessing the characteristics of each tool, as well as their compliance with the requirements of various categories of users - from individual developers to corporate teams - are presented.

Keywords: Git, version control systems, graphical interface, GUI, CI/CD, performance, development tools.

Система контроля версий (VCS) в наше время представляет собой уже базовый инструмент при разработке программного обеспечения. Она обеспечивает контроль изменений исходного кода и координацию коллективной работы в командах. Среди них Git занимает центральное место благодаря своей распределённой архитектуре и эффективной работе с

ветвлениями. Однако его интерфейс командной строки, предоставляя разработчикам максимальную степень контроля, остаётся малодоступным для специалистов без опыта разработки и начинающим пользователям. Вследствие этого возникли графические интерфейсы, абстрагирующие низкоуровневые команды Git посредством интуитивных элементов, что упрощает взаимодействие с системой.

Анализ инструментов.

Одним из графических кросс-платформенных git-клиентов является GitKraken, разработанный на базе фреймворка Electron. Его особенностью является интерактивный граф веток с drag-and-drop функцией, что позволяет визуализировать сложные слияния, такие как объединение feature-веток, также предусмотрены оповещения о конфликтах слияния и интерфейс для их устранения. Поддерживает работу с репозиториями GitHub, GitLab и Bitbucket. Примечательной возможностью является интегрирование CI/CD и трекеров задач. Из-за зависимости от облачной синхронизации профилей GitKraken создает риски для проектов с жесткими требованиями безопасности, также он сталкивается с ограничениями в производительности при обработке репозиториев объемом свыше 15 ГБ [1].

С другой стороны, GitHub Desktop фокусируется на упрощении взаимодействия с GitHub. Его интерфейс содержит всего несколько основных элементов, с помощью которых можно создавать репозитории, управлять запросами на включение кода, редактировать файлы и сравнивать изменения во встроенном редакторе кода. GitHub Desktop снижает порог входа, но ограничивает продвинутые сценарии. Интеграция с GitHub Copilot реализует AI-функции для сообщений коммитов и для рутинных задач. Контроль доступа и автоматизация процессов может происходить через GitHub Actions. Для корпоративных команд существует интеграции с GitHub Enterprice [2]. Все сервисы завязаны на экосистеме GitHub, что может являться главным недостатком.

В свою очередь, Sourcetree представляет собой графический git-клиент, который более всего оптимизирован для корпоративных сценариев: интеграция с Jira позволяет автоматически связывать коммиты с задачами через Jira Issue Key, а встроенные шаблоны с Git Flow ускоряют процесс ветвления и упрощает управление ветками в Agile-командах. Поддерживает Git Large File Storage (LFS), что критически важно для работы с бинарными файлами, но отсутствие встроенного редактора конфликтов вынуждает пользователей переключаться на внешние инструменты, что нарушает принцип end-to-end automation и может замедлять рабочий процесс [3].

Fork, в отличие от Electron-приложений, использует нативные API Windows и macOS, что может обеспечивать более высокую скорость работы,

особенно при открытии репозиториев с большим количеством коммитов. Его diff-инструмент, позволяющий сравнивать изменения между произвольными ветками, упрощает процесс ревью кода. В Fork отсутствует встроенная поддержка CI/CD-систем, требуется ручного управления пайплайнами [4]. Огромный плюс данного git-клиента – это поддержка пользовательских скриптов на Python и Bash, которая расширяет возможности автоматизации.

TortoiseGit интегрирован в контекстное меню проводника Windows и трансформирует Git-операции в файловые действия, что упрощает управление версиями для нетехнических пользователей. У TortoiseGit отсутствуют графические представления истории коммитов. Поддержка SSH-аутентификации через Pageant и совместимость с Windows-specific инструментами делает его удобным для legacy-систем. Кроме того, его интерфейс, интегрированный в проводник Windows, выглядит устаревшим и не всегда соответствует современным стандартам UX/UI.

Современные графические интерфейсы для Git представляют собой мощные инструменты, которые предлагают широкий спектр функций, таких как визуализация графа коммитов, управление ветками, разрешение конфликтов и интеграция с популярными CI/CD платформами. Приведенная ниже таблица (табл. 1) демонстрирует сравнение популярных графических интерфейсов Git по основным параметрам, что позволяет наглядно оценить их сильные и слабые стороны.

Таблица 1. Характеристики графических интерфейсов Git

Инструменты	Функциональность	Производи-тельность	Интеграции	Поддержка разработчиков	Стоимость
GitKraken	Высокая (Git LFS, CI/CD)	Средняя (Electron)	GitHub, GitLab, Argo CD	Активная (Axosoft)	Бесплатно/ $4.95/мес (Pro)
GitHub Desktop	Низкая (базовые операции)	Высокая	GitHub, Copilot	Высокая (Microsoft)	Бесплатно
Sourcetree	Средняя (Git Flow, LFS)	Низкая (перегруженный UI)	Atlassian (Jira, Bitbucket)	Снижение поддержки	Бесплатно
Fork	Средняя (скрипты, дифф)	Высокая (нативный код)	Нет CI/CD	Умеренная (частые обновления)	$49.99/год
TortoiseGit	Низкая (нет графа)	Средняя (Windows-only)	WinMerge, Pageant	Устаревание поддержки	Бесплатно

На основе сравнительного анализа характеристик наиболее оптимальным инструментом является GitKraken за счет высокой функциональности, активной поддержки разработчиков, а также интеграции с популярными платформами, что делает его универсальным git-клиентом.

Графические интерфейсы для Git значительно упрощают работу с системой контроля версий, снижая порог входа для новичков и ускоряя процессы для опытных разработчиков. Они обеспечивают удобную визуализацию коммитов, управление ветками и интеграцию с инструментами DevOps, но каждый из них имеет свои ограничения. Например, GitKraken может тормозить на крупных репозиториях, GitHub Desktop предлагает базовый функционал, а TortoiseGit устарел и не поддерживает кросс-платформенность. Выбор оптимального GUI зависит от задач: GitHub Desktop удобен для работы с GitHub, GitKraken подойдет DevOps-инженерам, а Sourcetree и Fork востребованы в корпоративной среде. В итоге выбор инструмента определяется требованиями проекта и экосистемой команды.

Источники

1. GUI для Git [Электронный ресурс]. https://habr.com/ru/articles/741016/ (дата обращения 14.03.25).

2. Васильева М. А., Филипченко К. М. Система контроля версий. Основы командной разработки // Учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург, 2022. С. 144.

3. Chakraborty S.A., Aithal P.S. Practical Approach to GIT Using Bitbucket, GitHub and SourceTree // International Journal of Applied Engineering and Management Letters. 2022. PP. 254-263

4. Fork: A fast and friendly Git client [Электронный ресурс]. https://fork.dev/ (дата обращения: 14.03.2025).

УДК 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ ЧАТ-БОТА КАК ОДНОГО ИЗ МЕХАНИЗМОВ СБОРА ДАННЫХ ПРИ ПОСТРОЕНИИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Колыхалова Евгения Владимировна, Голикова Татьяна Алексеевна, Подолина Мария Геннадьевна
ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, Россия
evkolihalova@yandex.ru

Аннотация. Личный кабинет студента в формате чат-бота позволяет оперативно взаимодействовать со студентами, предоставлять доступ к сервисам университета, а также проводить опросы для сбора обратной связи от студентов. Реализация чат-бота на платформе социальной сети позволяет предоставлять сервисы в удобном для студентов формате и повышать качество взаимодействия между участниками образовательного процесса.

Ключевые слова: разработка информационной системы, способы сбора данных, чат-бот.

USING A CHAT BOT AS ONE OF THE DATA COLLECTION MECHANISMS WHEN BUILDING AN ANALYTICAL INFORMATION SYSTEM

Kolykhalova Evgenia Vladimirovna, Golikova Tatyana Alekseevna, Podolina Maria Gennadievna
VSTU, Voronezh, Russia
evkolihalova@yandex.ru

Abstract. A student's personal account in the chatbot format allows for prompt interaction with students, providing access to university services, and conducting surveys to collect feedback from students. Implementing a chatbot on a social network platform allows for services to be provided in a format convenient for students and improves the quality of interaction between participants in the educational process.

Keywords: development of information system, data collection methods, chatbot.

В настоящее время трудно представить жизнь без использования Интернета и социальных сетей. Общение в мессенджерах – неотъемлемая часть жизни каждого человека. В связи с этим было принято решение о разработке личного кабинета студента в формате чат-бота на базе социальной сети «ВКонтакте».

Процесс разработки чат-бота включает в себя несколько ключевых этапов, начиная с постановки задачи и выбора технологий и инструментов для реализации проекта и заканчивая тестированием и запуском системы.

В рамках постановки задачи были выделены основные функции разрабатываемого продукта:

– просмотр личных данных и академической информации – студенты могут мгновенно получить доступ к своим данным без необходимости посещения деканата;

– проверка зачетной книжки и оценок по предметам – функция позволяет оперативно отслеживать успеваемость и планировать пересдачи;

– ознакомление с расписанием учебных занятий – расписание обновляется в реальном времени, что исключает ошибки и путаницу;

– прохождение опросов – студенты могут быстро и удобно участвовать в опросах, что повышает вовлеченность и позволяет администрации оперативно получать обратную связь;

– подача заявок на получение справок и других документов – функция автоматизирует процесс запроса документов, исключая необходимость личного посещения деканата и сокращая время ожидания;

– получение уведомлений о важных событиях и изменениях – студенты своевременно информируются об изменениях в расписании, дедлайнах или других значимых событиях, что помогает лучше планировать учебный процесс.

В процессе реализации проекта были разработаны следующие инструменты: база данных для хранения информации о студентах PostgreSQL; модуль на языке программирования Python: библиотеки vkbottle, psycopg2, SQLAlchemy [1]; подсистема системы управления ВУЗом 1С Университет, разработанная на языке программирования 1С с использованием механизма расширений [2].

Чат-бот полностью интегрирован с системой управления учебным процессом, что обеспечивает автоматическую синхронизацию данных и снижает нагрузку на администрацию. Функционирование личного кабинета в таком формате подразумевает наличие асинхронности для обработки длительных операций без ущерба для основного потока программы. Взаимодействие основных блоков системы представлено на рис.1.

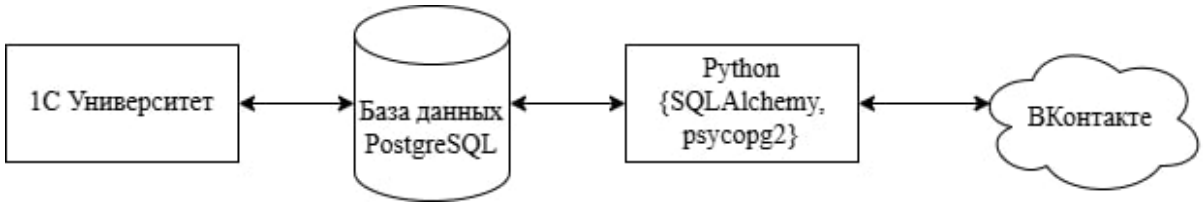


Рис. 1. Ключевые элементы системы

Такая архитектура системы позволяет использовать аналитический модуль для анализа полученных данных в рамках платформы корпоративной системы, а также путем доработки дополнительного модуля на других языках программирования. Выбор конкретных инструментов для анализа данных зависит от особенностей анализируемых данных и применяемых методов анализа.

Реализация такого модуля возможна несколькими способами:

– все реализовать средствами 1С;

– использовать данные из 1С, а искусственный интеллект (нейросети) и обработку данных реализовать на языке Python;

– часть задача реализовать на 1С, а более сложные задачи, требующие серьезных расчетов, - на Python, имеющем большое количество библиотек для быстрого и качественного анализа данных.

Так, для простого поиска и классификации данных удобно использовать механизмы работы с данными, содержащиеся в составе платформы 1С или корпоративной информационной системы или системы управления базами данных и языке SQL, а для более сложного интеллектуального поиска зависимостей разработать дополнительный модуль на языке Python.

На текущий момент средствами 1С подготовлены формы отчетности для анализа обратной связи и результатов опросов, проводимых посредством личного кабинета в формате бота. Разработанные отчеты позволяют повысить качество взаимодействия между участниками образовательного процесса, реагировать на запросы обучающихся и более гибко выстраивать образовательный процесс.

В качестве развития аналитической системы и расширения ее функционала спроектирован аналитический модуль, реализующий некоторые элементы искусственного интеллекта. Взаимодействие с аналитическим модулем выполняется посредством промежуточного сайта, реализующего http-сервисы. Схема взаимодействия ключевых элементов системы после доработки аналитического модуля представлена на рис. 2.

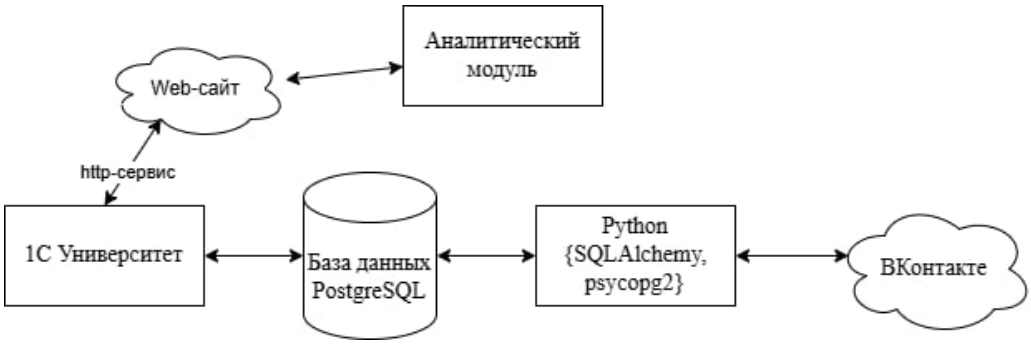


Рис. 2. Ключевые элементы системы с учетом аналитического модуля

При разработке аналитического модуля на языке Python планируется использование библиотек, предназначенных для работы с искусственным интеллектом. В частности, для реализации модели машинного обучения планируется использовать библиотеки TensorFlow и Keras, которая работает поверх TensorFlow. А также библиотеки Pandas и NumPy для обработки, анализа данных и выполнения сложных вычислений.

Источники

1. Кольцов Д.М. Python. Полное руководство // Наука и техника. 2024

2. Хрусталева Е.Ю. Расширения конфигураций. Адаптация прикладных решений с сохранением поддержки в облаках и на земле. Разработка в системе «1С:Предприятие 8.3». Издание 3, стереотипное. 2022.

УДК 004.4.2

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ПАТОМОРФОЛОГИЯ»: ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ

Коровин Евгений Николаевич, Сергеева Маргарита Анатольевна, Степанова Анастасия Юрьевна
ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, Россия
ken170576@mail.ru

Аннотация. В статье описывается разработка и реализация проекта медицинской информационной подсистемы «Патоморфология» для патологоанатомических отделений. Подсистема предназначена для ускорения обработки медицинских данных и упрощения работы медицинского персонала. Для качественной реализации подсистемы предлагается использовать хорошо структурированную и апробированную базу данных. Для моделирования данных используется язык UML в среде IBM Rational Rose. Описывается реализация базы данных подсистемы с использованием СУБД MS Access.

Ключевые слова: медицинская информационная система (МИС), UML, патоморфология, база данных, диаграмма деятельности, диаграмма классов, диаграмма прецедентов.

MEDICAL INFORMATION SYSTEM «PATHOMORPHOLOGY». DESIGN AND IMPLEMENTATION

Korovin Evgenii Nikolaevich, Sergeeva Margarita Anatolyevna, Stepanova Anastasia Yurievna
VSTU, Voronezh, Russia
ken170576@mail.ru

Abstract. The articledescribes the development and implementation of the project of the medical information subsystem "Pathomorphology" for pathoanatomical departments of Russia. The subsystem is designed to speed up the processing of medical data and simplify the work of medical personnel. For a high-quality implementation of the subsystem, it is proposed to use a well-structured and proven database. For data modeling, the UML language is used in the IBM Rational Rose \ environment. The implementation of the subsystem database using the MS Access\DBMS is described.

Keywords: medical information system (MIS), UML, pathomorphology, database, activity diagram, class diagram, use case diagram.

Программным средством автоматизации медицинской организации является медицинская информационная система (МИС). В статье рассмотрена разработка проекта медицинской информационной подсистемы

«Патоморфология» и его реализация. Данная медицинская информационная подсистема предназначена для применения в патологоанатомических отделениях с целью повышения скорости обработки медицинских данных и упрощения работы медицинского персонала. Функции подсистемы рассмотрены в методических рекомендациях, утвержденных Министерством Здравоохранения РФ [1].

Для качественной реализации подсистемы с обеспечением дальнейшего развития и расширения функциональных возможностей необходимо использовать хорошо структурированную и апробированную базу данных (СУБД).

Для моделирования данных был использован язык UML (англ. Unified Modeling Language – унифицированный язык моделирования) в среде IBM Rational Rose. На нем были созданы диаграммы прецедентов, классов, деятельности системы.

Диаграмма прецедентов рис.1 позволяет создать список операций, которые выполняет система и людей, которые будут ее пользователями.

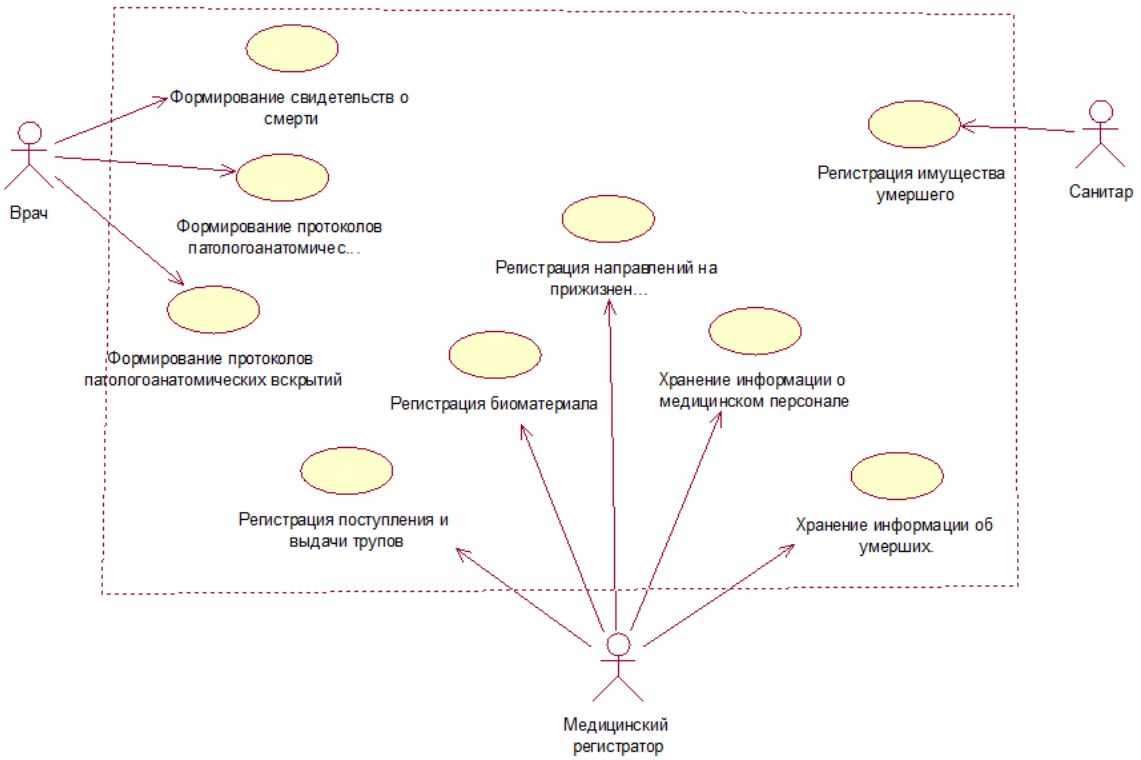


Рис. 1. Диаграмма прецедентов подсистемы «Патоморфология»

Действующих лиц в создаваемой системе три: Врач; Санитар; Медицинский регистратор.

Сценарии использования для подсистемы следующие: регистрация имущества умершего; регистрация поступления и выдачи трупов; формирование свидетельств о смерти; регистрация биоматериала; регистрация направлений на

прижизненное патологоанатомическое исследование; формирование протоколов патологоанатомических исследований; формирование протоколов патологоанатомических вскрытий; хранение информации о медицинском персонале; хранение информации об умерших [2, 3].

На диаграмме классов рис. 2 отразили архитектуру системы. Данная диаграмма использована в дальнейшем для генерации программного кода.

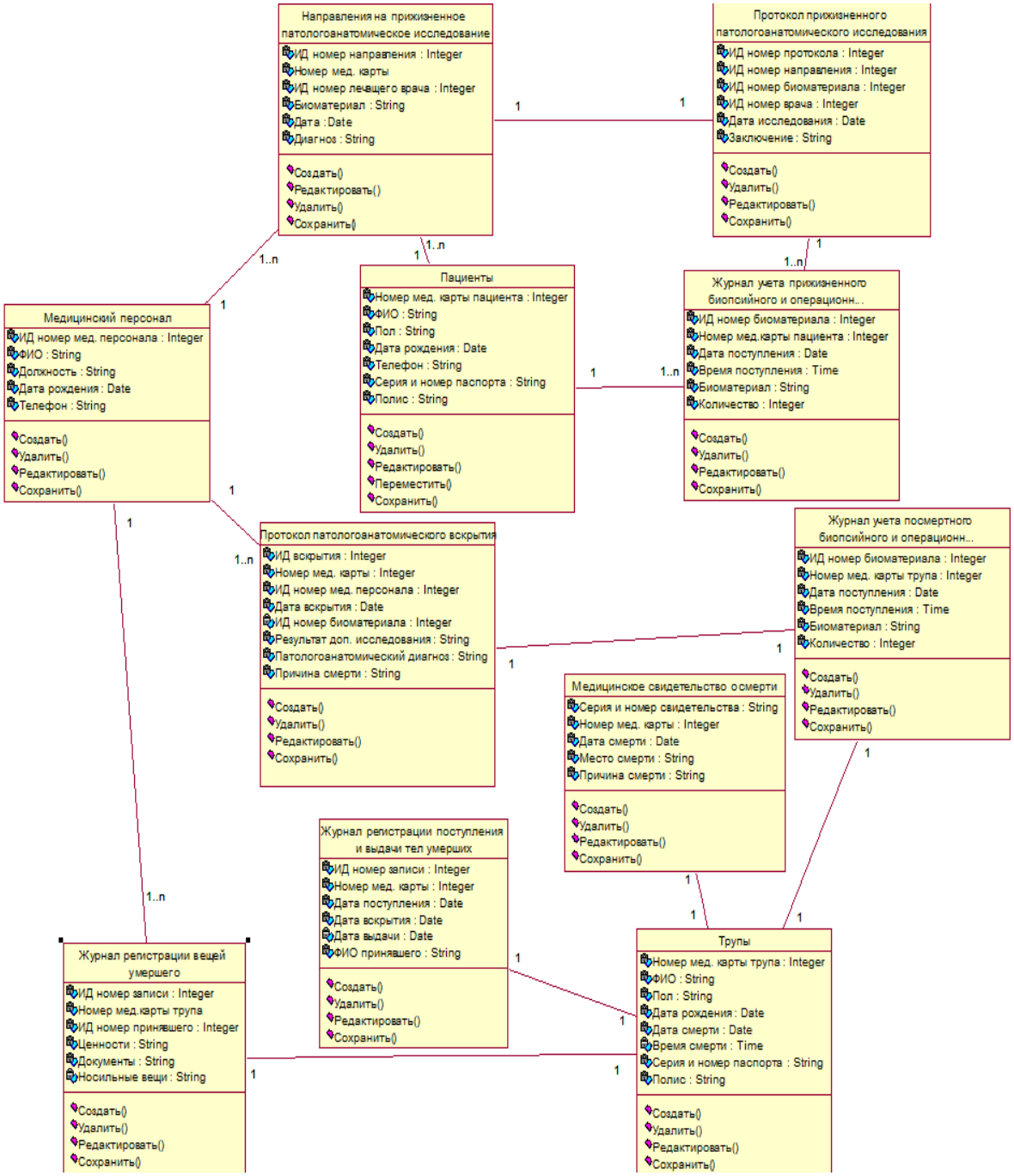


Рис. 2. Диаграмма классов подсистемы «Патоморфология»

На диаграмме деятельности рис. 3 представляется логика и последовательность перехода от одних действий к другим, где описываются фрагменты поведения системы в контексте реализации потоков событий.

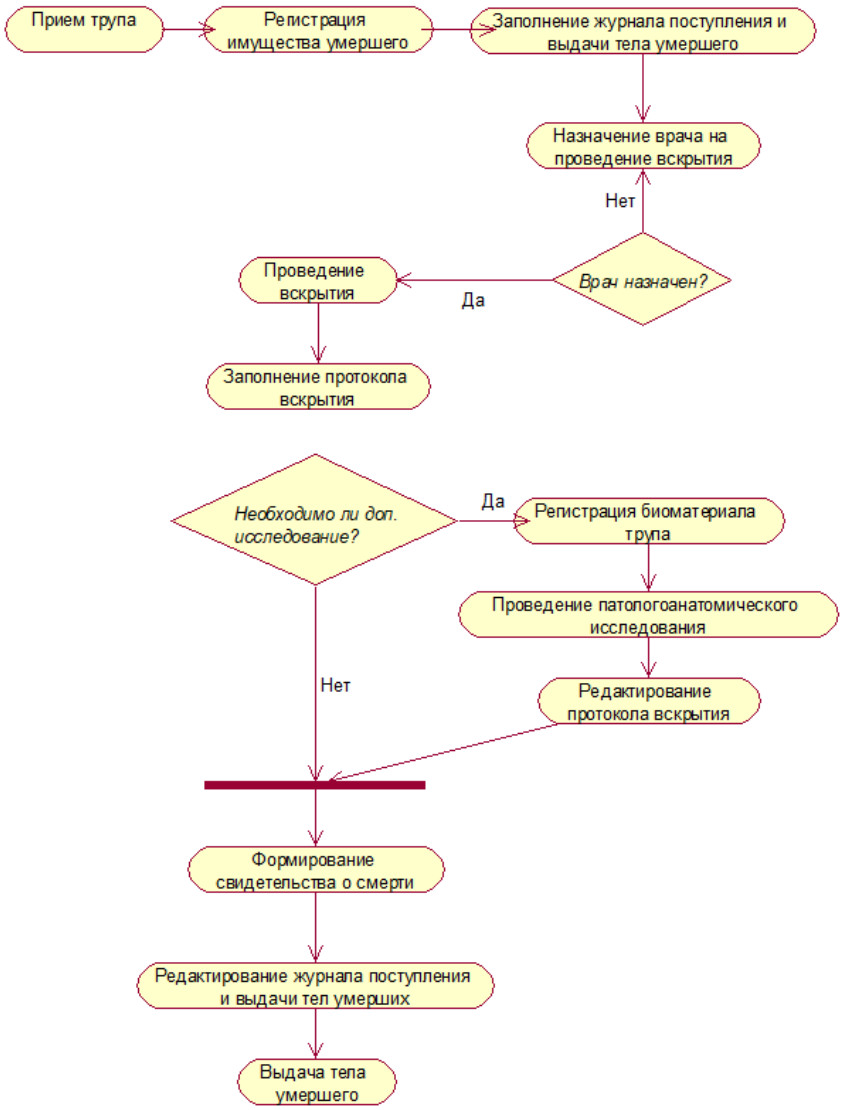


Рис. 3. Диаграмма деятельности для подсистемы «Патоморфология» в случаи поступления трупа

Основываясь на выше проделанной работе, была реализована база данных подсистемы МИС «Патоморфология» с использованием средств СУБД MS Access (рис. 4).

При включении базы данных перед пользователем автоматически открывается главная кнопочная форма, через которую можно просмотреть остальные формы. Форма «Медицинский персонал» позволяет просматривать данные о медицинских работниках, искать необходимого сотрудника, добавлять новых и удалять уволившихся. Форма «Пациенты» позволяет просматривать данные о пациентах, искать необходимого пациента, добавлять новых и удалять умерших. Форма «Умершие» позволяет просматривать данные о поступивших умерших, искать необходимого, добавлять новых и удалять тех, у кого истек срок давности хранения информации.

Рис. 4. Главная форма подсистемы

При осуществлении приема умершего санитару необходимо провести регистрацию его имущества в форме «Журнал имущества умершего». После регистрации имущества медицинский регистратор осуществляет регистрацию приема трупа в форме «Журнал поступления и выдачи тел». Также в данной форме есть возможность просмотреть протокол вскрытия.

Если при вскрытии необходимо провести дополнительное исследование, происходит забор секционного материала для посмертного патологоанатомического исследования. Регистрация секционного материала осуществляется медицинским регистратором в форму «Журнал посмертного биоматериала». Результаты исследования и результаты вскрытия вносятся врачом-патологоанатомом в форму «Протокол вскрытий». В данной форме есть возможность проведения прижизненных исследований биоматериала.

Помимо этого, в данной БД предусмотрена возможность печати всех протоколов и журналов.

Источники

1. Методические рекомендации по обеспечению функциональных возможностей медицинских информационных систем медицинских организаций (МИС МО) (утв. Минздравом России 01.02.2016).

2. Приказ МЗ РФ №354н от 06.06.2013. «О порядке проведения патологоанатомических вскрытий».

3. Приказ МЗ РФ №179н от 24.03.2016. «О правилах проведения патологоанатомических исследований».

УДК 004.81

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ МИНИМИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ ЧЕРЕЗ АВТОМАТИЗАЦИЮ ПРОЦЕССОВ

Корсакова Анастасия Дмитриевна, Коврижных Ольга Евгеньевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
a.korsakova2003@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются как положительные, так и отрицательные стороны использования ИИ в контексте минимизации влияния человека на различного рода процессы, в том числе процессы управления ИТ-проектами. В статье подчеркивается, что в любых процессах необходимо умело сочетать технологические инновации, такие как искусственный интеллект и автоматизация, с творческим потенциалом и адаптивностью человека.

Ключевые слова: человеческий фактор, ИТ-проекты, искусственный интеллект, автоматизация, принятие решений, адаптивность

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE HUMAN FACTOR: THE PROS AND CONS OF MINIMIZING IMPACT THROUGH PROCESS AUTOMATION

Korsakova Anastasia Dmitrievna, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
a.korsakova2003@mail.ru

Abstract. This article examines both the positive and negative sides of using AI in the context of minimizing human influence on various kinds of processes, including HR project management processes. The article emphasizes that in any process it is necessary to skillfully combine technological innovations, such as artificial intelligence and automation, with human creativity and adaptability.

Keywords: human factor, IT projects, artificial intelligence, automation, decision-making, adaptability

На текущий момент развития общества более половины населения планеты использует Интернет и информационные технологии в повседневной жизни для обучения и ведения бизнеса. С развитием информационного общества сформировался и новый этап в развитии экономики – цифровая экономика, в которой на первое место выходят информационные технологии,

охватившие на текущий момент все сферы экономики и все ее важные процессы [1]. В таких условиях все больше внимания уделяется снижению влияния человеческого фактора на бизнес-процессы, управление и принятие решений, так как ошибки, обусловленные субъективностью, усталостью или недостаточной квалификацией, могут приводить к значительным убыткам и снижению эффективности работы организаций. Искусственный интеллект (ИИ) предлагает возможности для автоматизации ряда процессов, что позволяет значительно уменьшить вероятность ошибок и оптимизировать деятельность.

Человеческий фактор можно определить как совокупность психологических, социальных и физиологических характеристик, оказывающих влияние на поведение человека в профессиональной среде. При реализации проектов по автоматизации данный аспект может проявляться как положительно, так и отрицательно.

С одной стороны, человеческий фактор часто становится источником ошибок, которые могут быть критичными. Например, в медицине неправильная интерпретация медицинских снимков может привести к ошибочному диагнозу, а в сфере безопасности – к недооценке угроз. Именно поэтому в таких областях активно внедряются системы на основе искусственного интеллекта (ИИ), которые исключают влияние человеческого фактора на важных этапах работы [2].

С другой стороны, человеческий фактор может приносить пользу. Люди способны творчески подходить к решению задач, находить неочевидные решения и адаптироваться к изменяющимся условиям. В последнее время развитие ИИ и машинного обучения показало, что сочетание человеческого опыта и технологических возможностей может значительно повысить эффективность управления. Например, в анализе больших данных ИИ помогает обрабатывать огромные объемы информации, но окончательные решения часто принимаются людьми, которые учитывают контекст и нюансы, недоступные машинам. Концепция «человек в цикле» (Human-in-the-Loop) подчеркивает важность гармоничного сочетания возможностей ИИ и человеческого интеллекта [3]. В этой модели люди активно участвуют в обучении и улучшении систем ИИ, обеспечивая точность, снижение предвзятости и этичность решений.

Системы на основе ИИ уже сегодня способны анализировать медицинские снимки с высокой точностью, выявляя патологии на ранних стадиях. Однако окончательное решение о диагнозе и лечении принимает врач, который учитывает не только данные анализа, но и индивидуальные особенности пациента. В этом случае человеческий фактор играет положительную роль, дополняя возможности технологий.

Человеческий фактор также остается важным элементом и в разработке ИТ-проектов. С одной стороны, стремление к автоматизации и использованию

технологий позволяет минимизировать ошибки и повысить производительность. С другой стороны, творческий подход, адаптивность и опыт людей остаются незаменимыми в сложных и нестандартных ситуациях [4].

Подводя итог, можно отметить, что в цифровой экономике одной из ключевых задач большинства ИТ-проектов является минимизация негативного влияния человеческого фактора. Это достигается за счет автоматизации рутинных процессов, внедрения систем контроля качества и использования технологий, которые снижают вероятность ошибок. Например, автоматизация отчетности или использование алгоритмов для анализа данных позволяет исключить субъективные ошибки, связанные с усталостью или невнимательностью сотрудников. Однако, даже самые совершенные технологии не могут полностью заменить человеческий опыт и креативность.

Кроме того, использование ИИ сопряжено с собственными рисками и ограничениями, такими как технологические сбои, этические дилеммы и вопросы безопасности данных. Гармоничное сочетание технологий и человеческого опыта становится ключом к устойчивому развитию в эпоху цифровой трансформации, позволяя достигать баланс между автоматизацией и необходимостью сохранения человеческого участия в критических процессах.

Источники

1. Коврижных О.Е., Мингалеева О.В. Основные аспекты организационного механизма краудфандинга стартап-проектов в условиях цифровой экономики // Путеводитель предпринимателя. Научно-практическое издание: Сб. науч. трудов. Вып. XLIII. М.: Российская академия предпринимательства; Агентство печати «Наука и образование», 2019. С. 103-108.

2. Гудков А. А. Прогнозирование эффективности проектной деятельности на основе интеграции подходов бизнес-аналитики и машинного обучения // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2024. Т. 2. № 1(53). С. 27-36.

3. Астафьева С.А., Демин С.А., Ошурков В.А., Волков А.Ф. Выявление мажорных факторов для оценки эффективности ИТ-проектов // Научные исследования и разработки. Российский журнал управления проектами. 2022. Т. 11. № 1. С. 29-35.

4. Гусев А. А. Управление человеческими ресурсами - важнейший фактор успеха проекта // Russian Economic Bulletin. 2024. Т. 7. № 3. С. 113-117.

УДК 004.94

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ТЕХНОЛОГИЙ

Корсакова Анастасия Дмитриевна, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
a.korsakova2003@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается понятие цифровых двойников технологий, преимущества их внедрения и основные этапы создания, анализируются недостатки и проблемы. Уделяется внимание наиболее популярным платформам, использующимся для создания цифровых двойников технологий. Выделяются особенности интеграции с другими системами.

Ключевые слова: Цифровые двойники, технологии, цифровая экосистема, интеграция, платформа.

DIGITAL TWINS OF TECHNOLOGIES

Korsakova Anastasia Dmitrievna, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Kazan, Russia
a.korsakova2003@mail.ru

Abstract: This article discusses the concept of digital twins of technologies, the advantages of their implementation and the main stages of creation, analyzes shortcomings and problems. Attention is paid to the most popular platforms used to create digital twins of technologies. Features of integration with other systems are highlighted.

Keywords: Digital twins, technologies, digital ecosystem, integration, platform.

Современный мир стремительно движется к цифровой трансформации всех сфер промышленности и бизнеса. В условиях высокой конкуренции и растущих требований к эффективности производства компании все чаще обращаются к инновационным технологиям, способным кардинально изменить подходы к проектированию, управлению и обслуживанию сложных систем. Создание цифровых двойников технологий является одной из самых впечатляющих инноваций современности. Они позволяют моделировать виртуальные копии производственных процессов, что существенно повышает эффективность производства и качество выпускаемой продукции.

Цифровой двойник технологии – это виртуальная модель технологического процесса, отражающая его основные характеристики и параметры в режиме реального времени. Благодаря интеграции с компонентами

цифровой экосистемы предприятия, использующимися на разных этапах жизненного цикла цифрового продукта (рис. 1), они позволяют [1, 2]:

1. проводить виртуальные испытания и оптимизацию процессов без остановки производства и риска для реального оборудования;
2. прогнозировать возможные сбои и аварийные ситуации;
3. оптимизировать производственные процессы;
4. существенно сокращать затраты на разработку и обслуживание;
5. ускорять внедрение новых продуктов и технологи;
6. обучать персонал на симуляторах.

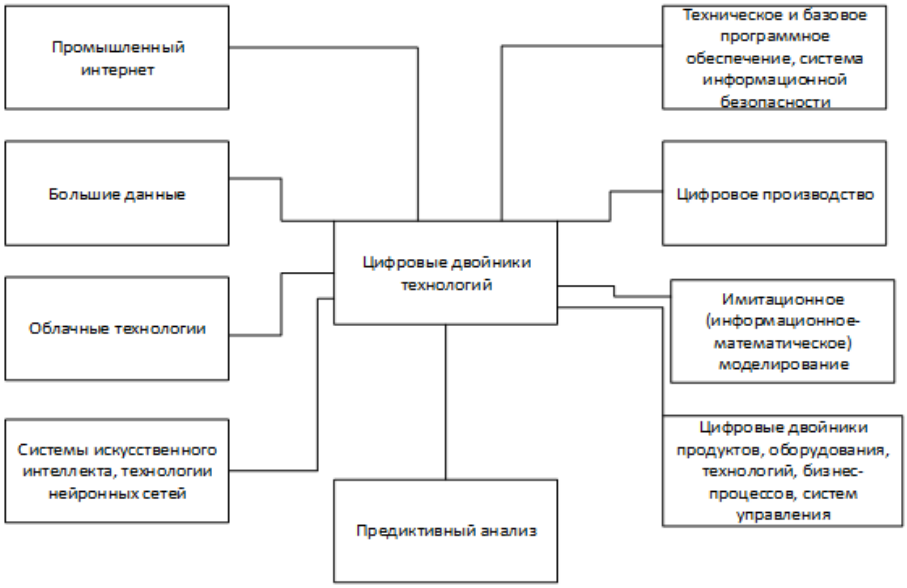


Рис. 1. Схема взаимодействия с компонентами цифровой экосистемы предприятия

Основой любого цифрового двойника являются два ключевых компонента: динамические имитационные модели, способные воспроизводить поведение системы, и актуальные данные о состоянии реального объекта в режиме реального времени. Особую ценность цифровые двойники представляют благодаря своей способности моделировать различные гипотетические сценарии, отвечая на вопрос «Что, если?», помогая понять поведение системы и верифицировать результаты работы модели.

Создание цифрового двойника технологий – это сложный процесс, который требует тщательной проработки на каждом этапе [3]:

1. Сбор и интеграция данных о технологическом процессе. Данные могут поступать из различных источников, таких как датчики, IoT-устройства, ERP-системы, исторические данные и ручные измерения;
2. Разработка математической модели, описывающей поведение процесса;
3. Реализация модели в программном обеспечении;

4. Настройка параметров модели для соответствия реальным данным – синхронизация с реальным объектом или системой для отражения текущего состояния и изменений;

5. Тестирование и валидация модели;

6. Эксплуатация и поддержка;

7. Интеграция с экосистемой.

Цифровые двойники технологий имеют широкий спектр применения, который охватывает множество отраслей и областей деятельности. Современный рынок предлагает множество программных решений, различающихся по функционалу, характеристикам и ценовому диапазону. Некоторые из них предназначены для конкретных отраслей промышленности, другие – для более широкого применения.

Рассмотрим наиболее популярные решения [4]:

1. Ansys Twin Builder – мультитехнологическая платформа, которая позволяет создавать цифровые двойники на основе моделирования – соединенные виртуальные копии физических активов, находящихся в эксплуатации;

2. Siemens Digital Twin – платформа, охватывающая полный жизненный цикл продукта от проектирования до эксплуатации и утилизации;

3. Microsoft Azure Digital Twins – облачная платформа с интеграцией AI/IoT;

4. Dassault Systemes DELMIA – платформа для цифрового моделирования, симуляции и оптимизации производственных процессов;

5. СПРУТ Технология – российский продукт для машиностроения (SprutCAM, СПРУТ-ТП) – проектирование для станков с ЧПУ и автоматизация технологических процессов;

6. AnyLogic – платформа для мультиметодного имитационного моделирования.

Наряду с многочисленными достоинствами, технология имеет и существенные технологические сложности:

1. Сложность конструкторских решений: цифровые двойники должны учитывать множество параметров, что требует высокой точности моделирования;

2. Технологическая карта производства: на основе цифровых двойников создаются технологические карты, которые должны быть совместимы с существующими системами;

3. Интеграция с другими системами: часто возникают сложности при подключении цифровых двойников к ERP, MES и IoT-платформам.

Для успешной интеграции цифровых двойников с другими системами требует соблюдения ряда правил и принципов [5]. Прежде всего, необходимо

создать комплексные модели данных и фреймворки интеграции для обеспечения согласованного потока информации, а также единый источник данных.

Рекомендуется использовать поэтапный подход к внедрению цифровых двойников, начиная с определения целей и объема проекта, разработки архитектуры и выбора программных компонентов. Необходимо четко определить цели и задачи внедрения технологии цифровых двойников, а также оценить текущие операционные и IT-возможности предприятия.

Для интеграции с производственными системами, такими как ERP, MES и PLM, необходимо создать централизованную базу знаний, содержащую все ограничения системы и бизнес-правила. Ключевым условием успешного взаимодействия разнородных систем является соблюдение единых стандартов интероперабельности.

Цифровые двойники технологий становятся ключевым инструментом современной промышленности, обеспечивая значительное конкурентное преимущество предприятиям, внедрившим данную технологию.

Источники

1. Семенов М.А., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники систем управления технологическими процессами // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 506-508.

2. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

3. Салимов Р.Р., Смирнов Ю.Н. Управления технологическими процессами в цифровых двойниках предприятия // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 474-478.

4. Мечикова М.Н., Климачев Т.Д. Практика и перспективы внедрения технологий индустрии 4.0 на российских промышленных предприятиях в неблагополучных внешнеэкономических условиях // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2023. Т. 12. № 2.

5. Суримова В.А., Скородумова Е.А. Создание и интеграция цифрового двойника // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2022. Т. 14. № 4. С. 54-64.

УДК 681.3.07

ПЕРСПЕКТИВЫ 3D СКАНЕРОВ

Кузеняткин Никита Федорович, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ» г. Казань, Россия
blejz7995@gmail.com

Аннотация. В статье предложено рассмотрение перспектив развития 3D-сканеров, их технологических инноваций и расширяющихся областей применения. Освещены ключевые тренды, такие как повышение точности, миниатюризация и интеграция с ИИ, IoT и AR. Также выделены основные вызовы, включая высокую стоимость и сложность обработки данных. Статья актуальна для специалистов, интересующихся будущим 3D-технологий.

Ключевые слова: 3D-сканеры, технологии, точность, миниатюризация, ИИ, IoT, AR, промышленность, медицина, стандартизация.

PROSPECTS OF 3D SCANNERS

Kuzenyatkin Nikita Fedorovich, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
blejz7995@gmail.com

Abstract. The article offers an overview of the development prospects of 3D scanners, their technological innovations and expanding areas of application. Key trends such as increased accuracy, miniaturization and integration with AI, IoT and AR are highlighted. The main challenges, including high cost and complexity of data processing, are also highlighted. The article is relevant for specialists interested in the future of 3D technologies.

Keywords: 3D scanners, development prospects, technological innovations, scanning accuracy, miniaturization, artificial intelligence (AI), Internet of things (IoT), augmented reality (AR), industry, medicine, reverse engineering, personalized treatment, cultural heritage, data standardization.

3D печать в энергетике.

3D-печать – это крайне перспективная технология, которая способна изменить принципы производства многих вещей. Помимо этого, использование 3D-принтеров существенно сократит время производства различных изделий и снизит их конечную стоимость. Вот основные направления и перспективы 3D печати в энергетике [1]:

Производство сложных компонентов энергетического оборудования:

Теплообменник: технология аддитивного производства позволяет создавать компактные и эффективные теплообменники оптимизированной конструкции, которые очень подходят для использования в энергетике. Турбины и лопатки: 3D-печать открывает возможность изготовления турбин и лопаток сложной геометрии, что невозможно при использовании традиционных методов производства. Например, это приводит к производству электрических машин со свежим воздухом и встроенными трубками охлаждения.

Ядерная энергетика.

В атомной энергетике 3D-печать приобрела популярность, поскольку позволяет производить изделия сложной формы. Это открывает возможность улучшить производство ядерных материалов, таких как топливные стержни и активные зоны реакторов, делая их более эффективными.

Производство Комплекс Components:

Российская государственная компания «Росатом» изучает возможность использования 3D-печати для производства сложных металлических деталей для ядерных реакторов. Они установили собственный 3D-принтер, который тщательно протестировали (рис. 1).

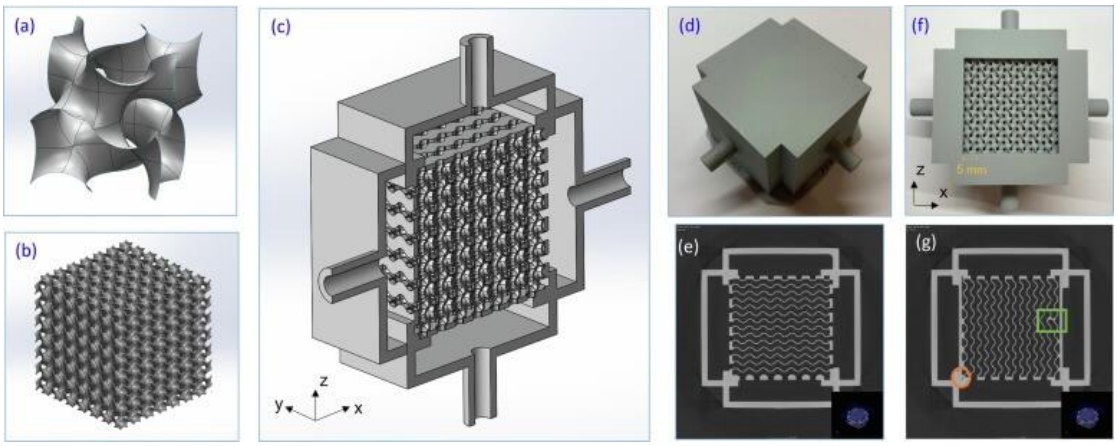


Рис. 1. Теплообменник, напечатанный с помощью 3D-принтера

Принтер использует технологию селективного лазерного плавления (SLM) и работает с такими металлами, как железо, никель, кобальт и титан, которые часто используются в электронике. Росатом инвестирует в 3D-печать с целью повышения эффективности и снижения затрат при сохранении высоких стандартов безопасности и надежности.

Развитие возобновляемой энергетики.

3D-печать открывает новые возможности с точки зрения энергоэффективности:

Солнечная энергия: обеспечивает более быстрое и экономически эффективное производство солнечных панелей и других технологий.

Энергия ветра: возможность генерировать ветряные турбины по требованию.

Гидроэнергетика: используется для производства критически важных химикатов для топливных элементов и для хранения воды.

Кастомизация и сложная геометрия.

Аддитивное производство обеспечивает точное определение размеров производственных систем и производство компонентов различной геометрии (рис. 2).

Рис. 2. 3D-печатный продукт ядерной энергетики

Использование 3D-печати позволяет создавать масштабные модели и прототипы, что полезно для проектов в области возобновляемой энергетики. Компании, такие как Shell, уже используют аддитивное производство для создания эффективных прототипов (рис. 3).

В нефтегазовой отрасли 3D-печать помогает соблюдать экологические нормы, обеспечивая при этом большую эффективность и экономию средств. Он позволяет создавать более сложные формы и упрощает сборку за счет объединения нескольких деталей в одну, что сокращает время сборки.

3D-печать в энергетике – одна из самых перспективных технологий, которая активно трансформирует подходы к производству, обслуживанию и ремонту энергетического оборудования [2, 3]. Благодаря своей гибкости, скорости и возможности создания сложных деталей с высокой точностью 3D-печать открывает новые горизонты для оптимизации процессов в энергетическом секторе. Ее значение будет только возрастать в ближайшие годы, особенно в контексте глобального перехода на возобновляемые источники энергии, такие как солнечная, ветровая и гидроэнергетика. Кроме

того, данная технология может существенно повысить эффективность традиционных энергетических систем, например, за счет производства более долговечных и эффективных компонентов для тепловых электростанций или газовых турбин. Таким образом, 3D-печать становится ключевым инструментом решения современных задач в энергетическом секторе, таких как снижение затрат, ускорение инноваций и обеспечение устойчивого развития отрасли.

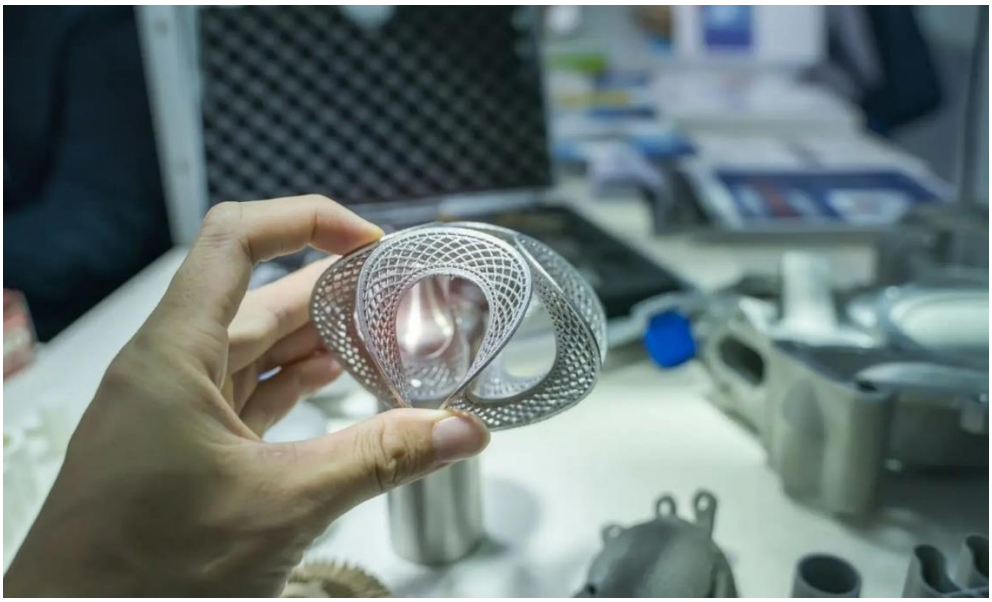


Рис. 3. Энергетическое устройство, напечатанное на 3D-принтере

Источники

1. Анисимов В.А., Шарипов И.И. 3D моделирование в промышленном производстве // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. Матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. Казань, 2022. С. 191-194

2. Лавриков В.А., Титенков В.В., Рукавишников В.А. Современные технологии 3d моделирования: проблемы, решения и перспективы // Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация»: электронный сборник статей по материалам конференции: [в 3 томах]. Казань, 2023. Т. 2. С. 313-316.

3. Зиангиров А.Ф., Фархутдинов М.М., Хамитова Д.В. 3D моделирование и 3D печать // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р.З. Магарила. Тюмень, 2022. С. 407-408.

УДК 004:658.5

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИТ И БИЗНЕС-СТРАТЕГИЙ

Кунакбаев Артем Равилевич, Коврижных Ольга Евгеньевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
houtuy96@gmail.com

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию синергетического эффекта, возникающего при взаимодействии информационных технологий и бизнес-стратегий в современных организациях. Автор приводит примеры успешных кейсов, где внедрение совместных управленческих инициатив и использование современных цифровых инструментов позволили создать условия для устойчивого роста и повышения качества принимаемых решений. В статье подчёркивается, что достижение синергетического эффекта требует постоянного мониторинга, адаптации стратегий к динамике рынка, а также реализации надёжных механизмов управления, способных оперативно реагировать на внешние и внутренние вызовы. Исследование подтверждает стратегическую важность интеграции ИТ и бизнес-стратегий как ключевого фактора конкурентоспособности в условиях современной цифровой экономики.

Ключевые слова: бизнес-стратегия, синергетический эффект, ИТ-проекты, взаимодействие, цифровая экономика.

THE SYNERGISTIC EFFECT OF THE INTERACTION OF OT AND BUSINESS STRATEGIES

Kunakbaev Artem Ravilevich, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
houtuy96@gmail.com

Abstract. This article is devoted to the study of the synergetic effect arising from the interaction of information technology and business strategies in modern organizations. The author provides examples of successful cases where the introduction of joint management initiatives and the use of modern digital tools have allowed creating conditions for sustainable growth and improving the quality of decisions. The article emphasizes that achieving a synergistic effect requires constant monitoring, adaptation of strategies to market dynamics, as well as the implementation of reliable management mechanisms capable of responding promptly to external and internal challenges. The study confirms the strategic importance of integrating IT and business strategies as a key factor of competitiveness in the modern digital economy.

Keywords: business strategy, synergy effect, IT projects, interaction, digital economy.

В современном быстро меняющемся деловом мире информация и технологии играют ключевую роль в успехе организации. Информационная технология (ИТ) стала не просто вспомогательной функцией, а стратегическим активом, способным обеспечить конкурентное преимущество и стимулировать рост бизнеса. В этой связи, разработка и реализация эффективной ИТ-стратегии, тесно интегрированной с общей бизнес-стратегией компании, приобретает первостепенное значение.

Бизнес-стратегия, является планом высокого уровня, который определяет, как организация намерена достигать своих общих целей. Стратегическое управление бизнесом включает в себя разработку и реализацию планов, направленных на достижение этих целей, включая планирование организационной структуры, распределение ресурсов и управление изменениями. Таким образом, ИТ-стратегия тесно связана с бизнес-стратегией, являясь, по сути, ее технологическим аспектом, направленным на поддержку и реализацию более широких бизнес-задач. Различные определения ИТ-стратегии подчеркивают ее многогранность, включая управление ИТ-услугами, использование технологий для получения конкурентных преимуществ и поддержку ключевых бизнес-целей .

По закону синергии сумма свойств организованного целого должна быть больше, чем сумма свойств всех элементов в него входящих [1]. Получаемый при этом организационный суммарный эффект носит название синергетического.

Для понимания синергетического эффекта от взаимодействия ИТ и бизнес-стратегий необходимо рассмотреть ряд ключевых теоретических моделей, которые объясняют и поддерживают эту концепцию. Среди наиболее значимых можно выделить Модель стратегического соответствия Хендерсона и Венкатрамана (SAM), Ресурсную теорию фирмы (RBV) и Теорию динамических способностей.

Модель стратегического соответствия (SAM), предложенная Дж. К. Хендерсоном и Н. Венкатраманом в 1993 году, является одной из наиболее цитируемых и используемых теоретических конструкций в области согласования ИТ и бизнеса. SAM описывает согласование по двум основным измерениям: стратегическое соответствие и функциональная интеграция [2]. Стратегическое соответствие фокусируется на гармонизации внешней бизнес-среды и внутренней административной структуры организации, рассматривая как внешнюю ориентацию на рынок, так и внутреннюю ориентацию на процессы. Функциональная интеграция, в свою очередь, разделяет бизнес- и ИТ-домены, подчеркивая необходимость их взаимодействия и согласования. SAM выделяет четыре ключевых домена, которые необходимо согласовать для достижения стратегического соответствия: бизнес-стратегия, ИТ-стратегия,

организационная инфраструктура и процессы, а также ИТ-инфраструктура и процессы [3]. Эта модель предполагает, что согласованность между различными доменами создает дополнительную ценность, поскольку ИТ становится не просто поддерживающей функцией, а неотъемлемым элементом бизнес-стратегии. SAM помогает организациям выявить области несоответствия и разработать интегрированные стратегии для достижения лучших бизнес-результатов [3]. В таблице 1 приведен сравнительный анализ теоретических моделей, приведены основные принципы моделей, а также ограничения.

Таблица 1. Сравнительный анализ теоретических моделей

Теоретическая модель	Основные принципы	Объяснение синергетического эффекта	Основные ограничения
Модель стратегического соответствия (SAM)	Согласование бизнес-стратегии, ИТ-стратегии, организационной инфраструктуры и ИТ-инфраструктуры по измерениям стратегического соответствия и функциональной интеграции.	Согласованность между различными доменами создает дополнительную ценность, превращая ИТ из поддерживающей функции в интегральный элемент бизнес-стратегии.	Может быть статичной и не учитывать динамику рынка и изменения внутри организации.
Ресурсная теория фирмы (RBV)	Устойчивое конкурентное преимущество возникает из владения ценными, редкими, трудноимитируемыми и незаменимыми ресурсами и способностями.	Сочетание уникальных ИТ-ресурсов с бизнес-возможностями приводит к более высокой производительности, чем сумма их отдельных вкладов.	Не всегда дает четкое представление о том, как развивать и поддерживать ключевые ресурсы в динамичной среде.
Теория динамических способностей	Организация должна обладать способностью интегрировать, создавать и реконфигурировать свои компетенции для адаптации к быстро меняющимся условиям.	Интеграция ИТ и бизнеса может создать новые компетенции и возможности, которые не существовали бы по отдельности, способствуя инновациям и адаптивности.	Может быть сложной в практическом применении и измерении; некоторые критики считают ее расплывчатой.

Многие компании успешно интегрировали свои ИТ и бизнес-стратегии, демонстрируя значительные выгоды от синергетического эффекта. Рассмотрим некоторые яркие примеры в таблице 2.

Таблица 2. Примеры успешной синергии ИТ и бизнес-стратегий.

Компания	Отрасль	Краткое описание стратегии интеграции ИТ и бизнеса	Достигнутые результаты
Netflix	Развлечения	Использование технологий для персонализации рекомендаций и создания собственного контента.	Ведущий мировой стриминговый сервис, высокая лояльность клиентов.
NIKE	Розничная торговля (спортивные товары)	Использование мобильного приложения и машинного обучения для улучшения выбора обуви и увеличения продаж.	Значительный рост продаж, повышение удовлетворенности клиентов.
Starbucks	Общественное питание	Внедрение ИИ-платформы для анализа данных клиентов и персонализации предложений.	Повышение лояльности клиентов, рост эффективности маркетинга.
AUDI	Автомобилестроение	Создание цифровых шоурумов с использованием дополненной реальности.	Улучшение взаимодействия с клиентами, потенциальный рост продаж.
Adobe	Программное обеспечение	Переход на модель подписки на облачные сервисы.	Сохранение доли рынка, расширение спектра услуг.
Airbnb	Гостиничный бизнес	Использование анализа данных и мобильных технологий для связи путешественников с владельцами жилья.	Глобальная платформа с миллионами предложений.
Amazon	Электронная коммерция	Интеграция передовых ИТ во все аспекты бизнеса.	Лидер в сфере электронной коммерции и облачных технологий.
Capital One	Финансы	Использование ИИ для улучшения обслуживания клиентов через мобильное приложение и голосовые помощники.	Повышение удобства и скорости обслуживания клиентов.
Walmart	Розничная торговля	Внедрение блокчейна для отслеживания поставок и роботов для автоматизации задач.	Повышение эффективности цепочки поставок и снижение операционных затрат.
Mayo Clinic	Здравоохранение	Сотрудничество с Google для разработки облачной системы и использование ИИ для диагностики.	Улучшение качества медицинских услуг и защиты данных пациентов.

Синергетический эффект возникает, когда объединение различных компонентов создает общий результат, существенно превосходящий простую сумму их индивидуальных достижений [5]. Проведенный анализ убедительно демонстрирует наличие синергетического эффекта от взаимодействия ИТ и бизнес-стратегий. Результаты исследований показывают, что эффективная

интеграция этих двух ключевых областей приводит к значительным улучшениям в производительности, инновациях, конкурентном преимуществе и прибыльности организаций. Достижение этой синергии требует от организаций согласованных усилий, направленных на разработку единой стратегии, развитие тесного сотрудничества и эффективной коммуникации между ИТ и бизнес-подразделениями, внедрение надежных механизмов управления и постоянный мониторинг и адаптацию к меняющимся условиям.

В современную цифровую эпоху синергия между ИТ и бизнес-стратегиями перестает быть просто желательной целью и становится необходимостью для обеспечения устойчивого успеха и поддержания конкурентоспособности организации. Компании, которые способны эффективно использовать эту синергию, оказываются лучше подготовленными к адаптации к динамичным изменениям рынка, внедрению прорывных инноваций и, в конечном итоге, к достижению своих стратегических бизнес-целей.

Источники

1. Коврижных О.Е., Степанова Ф.Г. Синергетические эффекты в современной экономике // Актуальные вопросы развития современного общества: сборник статей 4-ой Международной научно-практической конференции: в 4-х томах, Курск, 2014. С. 335-337.

2. What Is Strategic Management? Approaches, Benefits, and Careers [Электронный ресурс]. https://www.coursera.org/articles/strategic-management (дата обращения: 19.03.25).

3. Anna Polednáková. Synergistic effect of joining process and its measurement // SHS Web of Conferences 83, 01051 (2020) Current Problems of the Corporate Sector. 2020

4. Yayla A.A., Hu Q. The impact of IT-business strategic alignment on firm performance in a developing country setting: exploring moderating roles of environmental uncertainty and strategic orientation // European Journal of Information Systems, 2012. 21(4). PP. 373–387.

5. Салахутдинова А.Р., Коврижных О.Е. Синергетические эффекты ИТ-проектов: понятие и способы оценки // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 467-469.

УДК 004.4.2:004.94

АРХИТЕКТУРА (КОМПОНЕНТЫ) ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Кунакбаев Артем Равилевич, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
houtuy96@gmail.com

Аннотация. Проектирование, разработка цифровых двойников предполагает использование программного обеспечения, использующее не только существующие решения цифровых технологий, но и специально разработанные для этого программы. В данной статье рассмотрены программные продукты, используемые для создания моделей цифровых двойников, проведен анализ архитектуры, выделены их достоинства и недостатки. Исследуется роль имитационной модели объекта в общей архитектура цифрового двойника (digital twin), рассмотрены сферы применения цифровых двойников, а также проведен анализ эффективности определенных решений.

Ключевые слова: цифровой двойник, архитектура, базы данных.

ARCHITECTURE (COMPONENTS) OF DIGITAL TWIN SOFTWARE

Kunakbaev Artem Ravilevich, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Kazan, Russia
houtuy96@gmail.com

Abstract. The design and development of digital twins involves the use of software that uses not only existing digital technology solutions, but also programs specially designed for this purpose. This article examines the software products used to create digital twin models, analyzes the architecture, and highlights their advantages and disadvantages. The role of the object simulation model in the overall architecture of the digital twin is investigated, the fields of application of digital twins are considered, and the effectiveness of certain solutions is analyzed.

Keywords: digital twin, architecture, databases.

Цифровой двойник (ЦД) – это виртуальная копия физического объекта, системы или процесса, синхронизируемая с реальным прототипом. Технология позволяет моделировать поведение объектов в различных условиях, снижая затраты и риски [1]. Концепция получила развитие с внедрением IoT и ИИ. По данным Gartner, пик популярности ЦД пришелся на 2018 год. Применение охватывает металлургию, энергетику, атомную промышленность и IT-инфраструктуру.

Области применения цифровых двойников.

Металлургия: оптимизация добычи и минимизация экологического ущерба. Например, компания «Татнефть» увеличила добычу на 150 млн тонн благодаря точному прогнозированию мест бурения.

Производство: контроль качества и оптимизация цепочек поставок. Tesla использует ЦД для мониторинга каждой выпускаемой машины.

Энергетика: предотвращение аварий и оптимизация работы электростанций. GE сэкономила $1,5 млрд для клиентов.

Атомная промышленность: проектирование реакторов и повышение безопасности. Например, проект VERCORS (Франция) моделирует утечки в реакторах [2].

IT-инфраструктура: моделирование сетей и защита от кибератак.

В металлургии используются различные программные по для моделирования цифровых двойников. Платформа Siemens Opcenter основана на модульной архитектуре с центральным сервером, управляющим данными через реляционные БД (Microsoft SQL, Oracle). Ключевыми компонентами являются:

– Модуль управления операциями: интеграция с PLC/SCADA через OPC-UA и MQTT.

– Аналитика данных: генерация отчетов с использованием Power BI/Tableau и ML-алгоритмов.

– Облачная интеграция: поддержка Azure, масштабируемость для Industry 4.0.

Преимущества: высокая готовность к Industry 4.0, интеграция с ERP/MES, многоязычная поддержка. В сравнении с аналогами (ALFA IMS, 1C:MES) Siemens Opcenter выделяется функциональностью и глобальным охватом.

Цифровые двойники в атомной промышленности [3].

Основные компоненты архитектуры:

– Физическая модель: математическое описание процессов (теплообмен, нейтронная кинетика) с использованием ANSYS [4], COMSOL.

– Виртуальная модель: цифровая копия, обновляемая в реальном времени (пример: AGN-201, США).

– Сбор данных: IoT-платформы (GE Predix, PTC ThingWorx) и СУБД (PostgreSQL).

– Аналитика: ML-библиотеки (TensorFlow) для прогнозирования аномалий.

– Интерфейсы: SCADA-системы (WinCC) и веб-технологии (React).

Глобальные разработки [5]:

– США: MIT, GE, Национальные лаборатории (INL, LANL) разрабатывают ЦД реакторов.

– Франция: EDF и CNRS внедрили VERCORS для мониторинга герметичности.

– Китай: CNNC создала центр с 200+ специалистами для цифровых реакторов.

– Россия: Росатом и МИФИ разрабатывают VDNPP для моделирования АЭС.

На рисунке 1 показаны организации, занимающиеся DT в ядерной энергетике.

Рис. 1. Организации, занимающиеся DT в ядерной энергетике

IT-инфраструктура на примере Microsoft Azure.

Azure Digital Twins объединяет IoT-устройства, аналитику и ML. Ключевые компоненты. По рисунку 2:

– Сбор данных: Azure IoT Edge, IoT Hub.

– Хранение: Azure SQL, Cosmos DB.

– Аналитика: Cognitive Services, Logic Apps.

– Интеграция: ERP-системы, Event Grid для маршрутизации событий.

Рис. 2. Основные компоненты в Azure и их взаимодействие

В результате исследования приложения Azure digital twins, была выведена схема архитектуры программного обеспечения для цифровых двойников (рис.3)

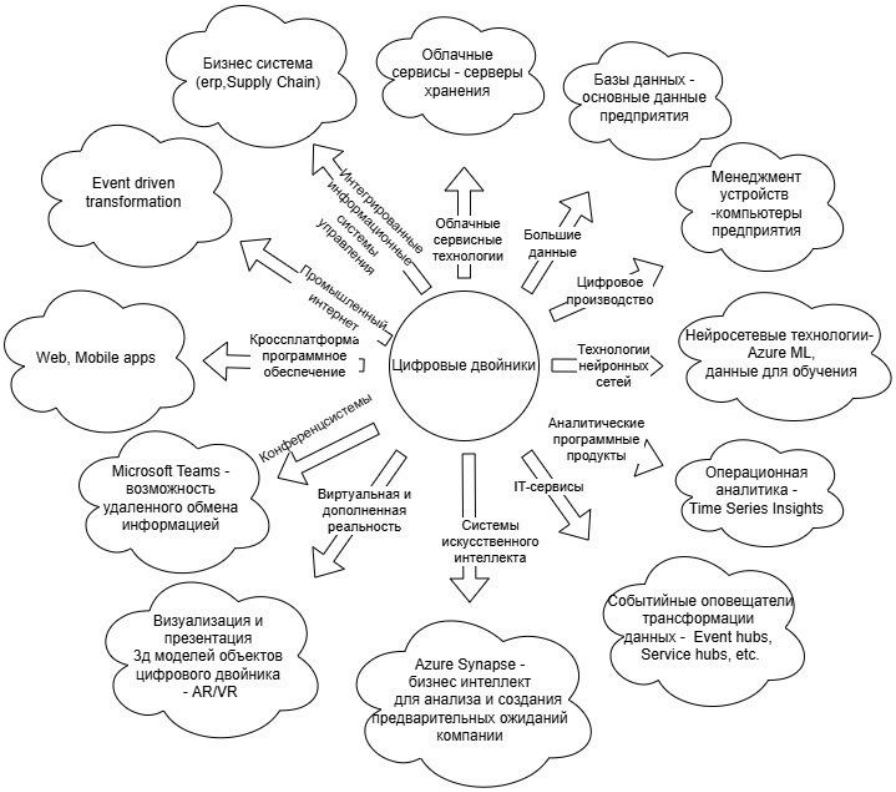


Рис. 3. Архитектура программного обеспечения цифровых двойников

Цифровые двойники становятся ключевым инструментом для оптимизации промышленных процессов. Архитектура решений (Siemens Opcenter, Azure Digital Twins) обеспечивает интеграцию данных, аналитику и масштабируемость. В атомной отрасли технологии повышают безопасность и точность проектирования. Дальнейшее развитие связано с внедрением ИИ и облачных платформ.

Источники

1. Лычкина Н.Н., Павлов В.В. Концепция цифрового двойника и роль имитационных моделей в архитектуре цифрового двойника // Сборник трудов одиннадцатой всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности. Казань, 2023. С. 139–149.

2. Hu Mengyan, Zhang Xueyan, Peng Cuiting, Zhang Yixuan, Yang Jun, Current status of digital twin architecture and application in nuclear energy field // Annals of Nuclear Energy. 2024. Vol. 202. P. 110491.

3. Dihan, Md. Shezad et al. Digital twin: Data exploration, architecture, implementation and future // Heliyon. 2024. Vol. 10. I. 5. e26503.

4. Ansys Twin Builder Программное решение для построения системных моделей и цифровых двойников [Электронный ресурс]. https://iskra-tech.ru/produkciya/recheniya-dlya-konstruktorov/ansys-twin-builder/

5. Миронов Д.А., Ламм А.К., Расулов Р.К. Обзор программных продуктов разработки цифровых двойников // Вестник НИБ. 2022. № 48. С. 12-27.

УДК 004

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЛАЧНЫХ РЕШЕНИЙ: КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ

Латыпов Тагир Ильшатович, Коврижных Ольга Евгеньевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
latypov-14@mail.ru

Аннотация. В этой статье рассматривается экономическая эффективность облачных решений, уделяя особое внимание как качественным, так и количественным аспектам. В ней рассматривается, как облачные вычисления снижают затраты на инфраструктуру, повышают операционную эффективность и обеспечивают масштабируемость, что делает их ключевым элементом современных бизнес-стратегий. В статье рассматриваются методологии оценки экономической эффективности облачных технологий, включая общую стоимость владения (TCO), рентабельность инвестиций (ROI) и анализ затрат и выгод (CBA), а также качественные факторы, такие как гибкость бизнеса и инновации. Также рассматривается будущее направление облачных вычислений, особое внимание уделяется таким тенденциям, как стратегии использования нескольких облаков, передовые вычисления и инструменты оптимизации на основе искусственного интеллекта. Полученные результаты свидетельствуют о том, что облачные решения обеспечивают существенную долгосрочную экономическую выгоду, удовлетворяя как сиюминутные операционные потребности, так и долгосрочные стратегические цели.

Ключевые слова: облачные решения, экономическая эффективность, общая стоимость владения, рентабельность инвестиций, передовые вычисления.

COST-EFFECTIVENESS OF CLOUD SOLUTIONS: QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ASPECTS

Latypov Tagir Ilshatovich, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
latypov-14@mail.ru

Abstract. This article explores the cost-effectiveness of cloud solutions, focusing on both qualitative and quantitative aspects. It examines how cloud computing reduces infrastructure costs, enhances operational efficiency, and enables scalability, making it a key enabler of modern business strategies. The article discusses methodologies for assessing cloud cost-effectiveness, including Total Cost of Ownership (TCO), Return on Investment (ROI), and Cost-Benefit Analysis (CBA), alongside qualitative factors like business agility and innovation. The future direction of cloud computing is also explored, emphasizing trends such as multi-cloud strategies, edge computing, and AI-driven optimization tools. The findings suggest that cloud solutions provide substantial long-term cost benefits, supporting both immediate operational needs and long-term strategic goals.

Keywords: cloud solutions, cost-effectiveness, total cost of ownership, return on Investment, edge computing.

Развитие облачных технологий в России приобретает особую значимость в контексте стремительного перехода к цифровой экономике, определяемого ускоренным ростом цифровизации бизнес-процессов, распространением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и появлением новых технологических инноваций. Поскольку предприятия переходят от традиционной локальной инфраструктуры к облачным системам, оценка экономической эффективности этих решений имеет решающее значение. Экономическая эффективность в контексте облачных решений охватывает как качественные, так и количественные аспекты, начиная от прямой финансовой экономии и заканчивая долгосрочными стратегическими выгодами, такими как повышение гибкости и операционной эффективности [1, 2].

Экономическая эффективность облачных решений предполагает анализ совокупной стоимости владения в сопоставлении с выгодами, получаемыми от внедрения облачных сервисов. Ключевыми факторами, влияющими на экономическую эффективность облачных решений, являются: затраты на инфраструктуру, операционная эффективность, масштабируемость и гибкость, энергоэффективность, долгосрочные стратегические преимущества [3, 4]. Разберем каждое из них.

1. Затраты на инфраструктуру, традиционная ИТ-инфраструктура требует значительных первоначальных инвестиций в оборудование, техническое обслуживание и энергозатраты. Облачные решения, напротив, работают по модели «плати по мере поступления», предлагая гибкость при увеличении или уменьшении масштабирования в зависимости от фактического использования, что может привести к существенной экономии как капитальных затрат (CapEx), так и операционных расходов (OpEx Expects).

2. Операционная эффективность, облачные сервисы позволяют предприятиям сократить расходы, связанные с управлением и обслуживанием физических серверов. Автоматизированные задачи по обновлению, обеспечению безопасности и техническому обслуживанию сокращают потребность в собственных ИТ-командах и накладные расходы, связанные с управлением физической инфраструктурой.

3. Масштабируемость и гибкость, облачные платформы позволяют быстро и эффективно масштабировать ресурсы, оптимизируя затраты за счет того, что компании платят только за те ресурсы, которые они фактически используют. Такая масштабируемость сокращает потери и повышает экономическую эффективность, особенно для предприятий с изменчивой или сезонной рабочей нагрузкой.

4. Энергоэффективность, используя общие центры обработки данных облачных провайдеров, организации получают выгоду от эффекта масштаба,

что приводит к снижению затрат на электроэнергию по сравнению с поддержанием частной локальной инфраструктуры.

5. Долгосрочные стратегические преимущества, помимо немедленной экономии финансовых средств, облачные решения также обладают стратегическими преимуществами, такими как возможность более быстрого внедрения инноваций, улучшения совместной работы и сокращения времени вывода на рынок новых продуктов и услуг.

При этом для оценки экономической эффективности облачных решений используется как качественные, так и количественные методы. Основными методами количественного анализа являются:

– Расчет общей стоимости владения (TCO) – это комплексный показатель используемы для сравнения затрат на облачные решения с затратами на традиционную ИТ-инфраструктуру. К нему относятся как прямые затраты, так и косвенные.

– Рентабельность инвестиций (ROI) – анализ рентабельности инвестиций измеряет финансовую отдачу от инвестиций в облако.

– Анализ затрат и выгод (CBA) – метода оценки преимуществ облачных решений в сравнении с их стоимостью. Он учитывает как материальные (например, экономию на оборудовании и обслуживании), так и нематериальные факторы, чтобы оценить, перевешивают ли выгоды затраты.

К основным методам качественного анализа относят:

– Гибкость бизнеса: облачные решения обеспечивают повышенную гибкость, позволяя организациям быстро адаптироваться к изменениям рынка. Качественный аспект экономической эффективности заключается в оценке того, как внедрение облачных технологий повышает гибкость и оперативность реагирования, что может привести к долгосрочным конкурентным преимуществам;

– Поддержка инноваций: сосредоточение на инновациях, создание возможностей для роста и разработки новых продуктов или услуг;

– Производительность труда и совместная работа: обеспечение удаленной работы, легкий доступ к общим ресурсам способствуют экономии средств за счет повышения эффективности работы персонала.

Качественные эффекты влияют на различные аспекты деятельности организации, но не поддаются прямому измерению с помощью числовых показателей и метрик. Их оценка возможно только качественными методами, например методом экспертных оценок, или с использованием системы сбалансированных показателей [5].

В совокупности рассмотренные способы оценки обеспечивают постоянное, надежное, масштабируемое экономическое решение, подтверждением которому может послужить внедрение General Electric

облачных технологий с помощью своей платформы промышленного интернета вещей Predix [6]. Он демонстрирует экономическую эффективность облачных решений в промышленном секторе. В результате General Electric получила как оперативную экономию, так и долгосрочные стратегические выгоды, включая расширенные возможности прогнозного технического обслуживания и усовершенствованные циклы разработки продукции.

Таким образом, облачные решения обеспечивают значительные экономические преимущества за счет сокращения расходов на инфраструктуру и эксплуатацию, обеспечивая при этом большую масштабируемость, гибкость и инновационные возможности. С помощью качественного и количественного анализа предприятия могут оценить реальную экономическую эффективность внедрения облачных технологий. Опираясь на текущие успехи и осваивая новые технологические рубежи, облачные вычисления становятся краеугольным камнем современных бизнес-операций.

Источники

1. Мирошниченко М.А., Абдуллаева А.А., Дементьев М.А. Облачные технологии-направление развития современных информационных систем компании в цифровой экономике // Естественно-гуманитарные исследования. 2023. 45(1). С. 164-171.
2. Кокшарова Е.А. Цифровизация предприятий: анализ современных облачных решений и перспективы их развития // Modern Science. 2020. №9-1. С. 304-309.
3. Сагдиллаева З.А. Факторы Устойчивого Развития Предприятий // Central Asian Journal of Innovations on Tourism Management and Finance 3. 2022. 4. С. 65-70.
4. Sadeeq M.M. [et al.] IoT and Cloud computing issues, challenges and opportunities: A review // Qubahan Academic Journal 1.2. 2021. PP. 1-7.
5. Коврижных О.Е. Виды эффектов ИТ-проектов: проблемы идентификации и оценки // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 1(51). С. 136-139.
6. Zorchenko N. V., Tyupina T.G., Parshutin M.E. Technologies Used by General Electric to Create Digital Twins for Energy Industry // Power Technology and Engineering. 2024. 1-6.

УДК 004.8:658

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИТ-ПРОЕКТОВ

Лесовский Владислав Александрович, Коврижных Ольга Евгеньевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
shishrov99@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются ключевые методы машинного обучения, применяемые для оценки и прогнозирования производительности сотрудников, а также их влияние на эффективность работы предприятий. Особое внимание уделено преимуществам и возможным ограничениям внедрения подобных технологий в различных сферах деятельности.

Ключевые слова: машинное обучение, производительность персонала, прогнозирование, анализ данных, искусственный интеллект, автоматизация, управление персоналом, большие данные, цифровая трансформация.

COMPONENTS OF THE COMPANY'S DIGITAL TWINS: NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS

Lesovskiy Vladislav Alexandrovich, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
shishrov99@mail.ru

Abstract. This article examines the key machine learning methods used to evaluate and predict employee productivity, as well as their impact on enterprise performance. Special attention is paid to the advantages and possible limitations of the introduction of such technologies in various fields of activity.

Keywords: machine learning, personnel productivity, forecasting, data analysis, artificial intelligence, automation, personnel management, big data, digital transformation.

Современные компании сталкиваются с необходимостью повышения эффективности работы сотрудников, особенно тех, чья деятельность связана с выполнением задач в полевых условиях. В таких отраслях, как строительство, логистика, энергетика и сельское хозяйство, ключевыми факторами успеха становятся точное планирование, анализ производительности и грамотное распределение ресурсов.

Развитие машинного обучения открыло новые возможности для анализа и прогнозирования эффективности работы сотрудников. Различные алгоритмы позволяют выявлять скрытые закономерности в данных и делать предсказания с высокой точностью. Рассмотрим ключевые методы, применяемые для прогнозирования производительности полевого персонала [1].

Линейные и логистические модели. Линейная регрессия используется для прогнозирования количественных показателей, таких как время выполнения задач или уровень продуктивности сотрудника. Она хорошо работает, если зависимость между входными данными и результатом носит линейный характер.

Логистическая регрессия, в свою очередь, применяется для предсказания категориальных значений, например, определения вероятности выполнения задачи в срок.

Деревья решений и ансамблевые методы. Деревья решений позволяют строить интерпретируемые модели, которые делят данные на подгруппы в зависимости от ключевых характеристик. Такие модели особенно полезны при анализе факторов, влияющих на производительность, поскольку они дают четкие правила для классификации.

Нейронные сети. Глубокие нейронные сети способны выявлять сложные взаимосвязи в данных, особенно если они имеют временную структуру. Рекуррентные нейронные сети (RNN) и их усовершенствованные версии, такие как LSTM и GRU, применяются для анализа последовательностей данных, например, при прогнозировании изменения производительности сотрудников во времени.

Свёрточные нейронные сети (CNN) могут использоваться для обработки данных с датчиков и изображений, если деятельность персонала связана с анализом визуальной информации.

Гибридные методы. Часто на практике применяется комбинация нескольких методов. Например, ансамблевые модели могут использоваться для первоначального прогнозирования, а затем результаты дорабатываются с помощью нейронных сетей или дополнительных статистических методов.

Внедрение машинного обучения в прогнозирование производительности полевого персонала требует качественного сбора и обработки данных. Важную роль играет выбор ключевых характеристик, таких как рабочее время, условия окружающей среды, квалификация сотрудников и характеристики выполняемых задач [2].

Для создания точных моделей прогнозирования производительности полевого персонала важным этапом является сбор и подготовка данных. Правильно подобранные данные обеспечат высокую точность прогнозов и позволят эффективно использовать алгоритмы машинного обучения.

Рассмотрим, какие данные обычно используются для построения таких моделей и как их можно собрать.

Первая группа данных включает в себя информацию о самих сотрудниках, такую как возраст, стаж работы, квалификация, опыт и уровень образования. Эти данные помогают выявить закономерности, связанные с производительностью сотрудников в зависимости от их профессиональных характеристик. Например, опытный сотрудник может выполнять задачи быстрее и с меньшими ошибками, чем новичок. Такие данные могут быть важными при прогнозировании времени выполнения задач или качества работы.

К факторам, влияющим на производительность, можно отнести условия внешней среды. Например, погодные условия (для работ на открытых пространствах), состояние инфраструктуры (доступность транспорта или оборудования) и даже уровень нагрузки на сеть или серверы могут существенно повлиять на время выполнения работы.

Такие данные могут быть собраны с помощью сенсоров или интегрированы с внешними системами, предоставляющими информацию о текущих погодных условиях или доступности ресурсов.

Время, затраченное на выполнение задачи, является одним из ключевых факторов при прогнозировании производительности. Сюда могут входить такие параметры, как продолжительность рабочего дня, количество рабочих часов, соблюдение графиков и интервалов отдыха.

Данные о рабочем процессе, такие как время, затраченное на каждую конкретную задачу, и общее время выполнения всех шагов, также важны для определения производительности [3].

Метрики, такие как среднее время выполнения задач, процент завершенных проектов в срок, качество работы (например, количество жалоб или возвратов), помогают создавать модели, которые точно отражают действительную производительность сотрудников.

Иногда поведение сотрудников, их мотивация и психологическое состояние могут оказывать влияние на производительность. Такие данные могут быть собраны через анкеты, опросы или системы мониторинга настроения (например, с использованием текстов, написанных сотрудниками, или анализа их взаимодействий в корпоративных системах).

Хотя такие данные могут быть сложными для интеграции в модель, их использование может значительно повысить точность прогнозов. Например, сотрудник, испытывающий стресс или неудовлетворенность, скорее всего, не будет столь продуктивен, как тот, кто работает в комфортных условиях.

В случае если сотрудники используют специализированные приложения или системы для выполнения задач, данные о том, как они взаимодействуют с

этими инструментами, также могут быть полезными для прогнозирования. Например, частота использования функционала приложения, время, затраченное на разные этапы работы, могут дать полезную информацию о производительности. Сбор данных может осуществляться различными способами: от ручного ввода информации до автоматизированных систем мониторинга, подключаемых к различным устройствам и приложениям.

Использование таких разнообразных данных в сочетании с современными методами машинного обучения позволяет создавать точные модели, которые могут предсказывать производительность с высокой степенью уверенности и своевременно выявлять потенциальные проблемы или возможности для улучшения.

Множество компаний уже внедряют технологии машинного обучения для повышения эффективности работы полевого персонала. Рассмотрим несколько примеров успешного применения таких решений в реальной практике.

Компания, занимающаяся доставкой товаров в отдаленные регионы, использовала машинное обучение для прогнозирования наилучших маршрутов для своих курьеров и агентов. Для этого система анализировала данные о трафике, погодных условиях, времени суток и статистику о том, как различные факторы влияли на скорость доставки в прошлом.

С помощью этих данных компания смогла сократить время доставки на 20%, повысив эффективность работы полевых агентов и уменьшив затраты на топливо. Машинное обучение помогло точно предсказать возможные задержки на разных участках пути и оптимизировать маршруты для каждого сотрудника в реальном времени [4].

В одной крупной логистической компании был внедрен инструмент для мониторинга производительности своих водителей и складских работников. Система собирала данные с мобильных устройств сотрудников и сенсоров, установленных на транспортных средствах, чтобы анализировать время, затраченное на выполнение задач, маршруты и даже показатели усталости сотрудников.

На основе этих данных компания разработала модель машинного обучения, которая могла предсказать, насколько эффективно каждый сотрудник будет выполнять свою задачу в зависимости от различных факторов: от уровня усталости до сложности маршрута. Это позволило корректировать рабочие графики и время работы, минимизируя простои и повышая общую производительность [5].

С развитием технологий и улучшением алгоритмов, таких как нейросети и глубокое обучение, становится возможным еще более точное прогнозирование и управление производительностью сотрудников, что в

дальнейшем будет способствовать значительному улучшению рабочих процессов и повышению конкурентоспособности компаний.

В целом, машинное обучение открывает новые горизонты для компаний, стремящихся повысить производительность и эффективность работы своих сотрудников. Применение этих технологий продолжит расширяться, предоставляя организациям все больше возможностей для достижения своих целей.

Источники

1. Рогулин Р.С. Использование методов анализа данных и машинного обучения для прогнозирования и планирования спроса при управлении цепочками поставок // Теоретическая экономика. 2023. № 8. С. 35-53.
2. Бахвалов С.Ю., Хаширова Т.Ю., Гладышева И.В. Использование технологий машинного обучения для предсказания рыночных трендов и улучшения прогноза // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 4. № 12. С. 13-21.
3. Тукенова Г., Молдагулова А.Н. Использование машинного обучения для прогноза оттока в телекоммуникационной отрасли // Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. 2022. 3(2). С. 19-25.
4. Использование ИИ в управлении проектами: возможности и вызовы [Электронный ресурс]. https://globalcio.ru/discussion/46260/?utm_source=chatgpt.com
5. Слабаков Д.Е. Использование машинного обучения для прогнозирования производительности полевого персонала // Актуальные исследования. 2024. № 29(211). С. 32-40.

УДК 004

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Лесовский Владислав Александрович, Халидов Али Анварович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
[1]shishrov99@mail.ru, [2]kh-ali@yandex.ru

Аннотация. В этой статье рассматривается программное обеспечение для автоматизированных систем в сфере образования. Оно помогает сделать работу более понятной и прозрачной, повысить качество управления процессом обучения.

Ключевые слова: автоматизация обучения, мониторинг, корпоративное обучение, интеграция, отчетность.

A SOFTWARE TOOL FOR AUTOMATING THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT PROCESS OF THE COMPANY'S EMPLOYEES

Lesovsky Vladislav Aleksandrovich, Khalidov Ali Anvarovich
KSPEU, Kazan, Russia
shishrov99@mail.ru

Abstract. This article discusses software for automated systems in the field of education. It helps to make the work more understandable and transparent, and improve the quality of learning process management.

Keywords: automation of training, monitoring, corporate training, integration, reporting.

Система строится, как веб-приложение, созданное на конструкторе WordPress.Это обеспечивает удобный доступ с любого устройства, гибкость настроек и возможность интеграции с корпоративными сервисами. WordPress – популярная CMS, позволяющая создавать и управлять сайтами с высокой степенью кастомизации. Данная CMS имеет большое количество плагинов и модулей, под которые можно адаптировать систему для обеспечения удобства использования. Кроме того, Wordpress обладает развитой экосистемой, что дает более легкое изменение масштаба функциональности за счет сторонних решений, а также позволяет вводить систему с внешними сервисами, такими как CRM, ERP и платформы онлайн обучения [1].

Изменчивость платформы предоставляет возможность изменять структуру и дизайн интерфейса под нужды пользователя, обеспечивая интуитивно понятный доступ к главным функциям. Благодаря поддержке

большого количества языков система имеет возможность использоваться в международных компаниях, а наличие постоянных обновления повышает уровень безопасности и стабильности работы. Пользование Wordpress облегчает процесс администрирования, так как управление контентом и настройками системы не требует больших знаний программирования. Это дает более быструю адаптацию системы к новым требованиям бизнеса и необходимость улучшения без больших затрат времени и ресурсов.

Основные функции разработанной системы включают управление образовательными программами, автоматическое оповещение сотрудников о новых курсах, контроль успеваемости, формирование отчётов о текущем уровне квалификации и аналитику. Система поддерживает персонализированные рекомендации для сотрудников, помогая им развиваться в соответствии с потребностями компании. Это даёт возможность менеджерам контролировать процесс обучения работников и разрабатывать персональные траектории развития, что способствует повышению результативности образовательного процесса [2].

Большое количество дополнительных модулей, помогают системе эффективнее выполнять свою работу. Модуль регистрации сотрудников позволяет создавать учётные записи с подробной информацией о должности, подразделении, текущих навыках и истории обучения. Модуль учёта пройденных курсов и сертификаций отвечает за хранение данных о завершённых программах, результатах тестирования и выданных сертификатах. Система уведомлений информирует сотрудников о необходимости прохождения курсов, продления сертификатов и важных корпоративных событиях. Это нужно для того, чтобы руководство предприятия могло отслеживать уровень подготовленности персонала, а работники – следить за своим прогрессом.

Система уведомлений оповещает персонал о важности прохождения того или иного курса, продления сертификатов и важных корпоративных событиях. Для этого используется различные каналы связи, такие как электронная почта, мобильные уведомления и внутренние оповещения системы. Эти функции помогают уменьшить риск пропуска обязательных мероприятий и обеспечивает своевременное получение информации.

Аналитический модуль формирует отчёты, прогнозирует потребности в обучении и оценивает эффективность образовательных программ. С его помощью руководство может принимать обоснованные решения для развития персонала. Система позволяет формировать отчёты по различным параметрам: успеваемость, востребованность курсов, затраты на обучение и другие.

База данных создана с расчетом требований к эффективности и производительности. Применяются методы индексации и оптимизации

запросов, обеспечивающие высокую скорость работы при увеличении объёма данных [3]. Присутствует поддержка распределённого хранения данных, которая дает безопасность от отказоустойчивости и наделяет надежность. В случае увеличения количества работников, есть возможность изменить систему, добавляя новые серверы и адаптируя структуру хранения данных.

На этапе тестирования проверяется работоспособность системы, корректность обработки данных и удобство использования. Применяются методы модульного, интеграционного, нагрузочного и юзабилити-тестирования. Тестирование проводится на различных устройствах и платформах, чтобы обеспечить стабильную работу системы в любых условиях.

Для сбережения данных были использованы атрибуты, которые помогают быстро скопировать и восстановить данные, чтобы избежать их утечки в случае чрезвычайных происшествий. Восстановление данных позволяет быстро вернуть систему в рабочее состояние в случае непредвиденных ситуаций. В дополнение используются устройства контроля целостности данных, чтобы создать успешные условия их актуальности и защищенности.

Тестирование системы происходит успешно. Для лучшего понимания системы пишутся инструкции, а также появляется потребность в подготовке сотрудников и созданию технической поддержке. В будущем можно расширить систему, включить интеграцию с платформами онлайн-обучения, разработать мобильное приложение и интегрировать умные алгоритмы для персональных рекомендаций. Это позволит любому пользователю получать рекомендации для обучения, подходящие его профессиональным потребностям и карьерным целям.

Эксплуатация системы позволяет сократить время на учёт и контроль обучения. Продукт облегчает повседневные процессы, снижая нагрузку на сотрудников и повышая точность информации, что позволяет начальника повысить упор на стратегических задача. Руководство системы осуществляет контроль, обеспечивая своевременное отслеживание обучающих программ и выявление потребности в дополнительных занятиях, что дает возможность своевременно исправлять планы обучения и распределять ресурсы более разумно. За счет автоматического оповещения персонала о важности прохождения курсов или продления сертификации снижается риск пропуска важных этапов повышения квалификации, что в свою очередь позитивно влияет на качество выполнения своих обязанностей персоналом.

Кроме того, система дает доступ к отчетам и аналитике, что делает работу с информацией намного удобней. Руководство способно не только смотреть метрики успеваемости, но и прогнозировать будущие потребности в инструктаже, давая оценку, какие способности будут наиболее приоритетнее в ближайшее время. Это поможет компании стратегически планировать развитие

сотрудников, уменьшая вероятность кадрового дефицита и увеличивая соперничество.

Введение системы не только упрощает повседневные процессы, но и помогает формировать более продуманную образовательную политику в компании. Сокращение затрат времени на административные задачи дает возможность начальству устремить свой взор на стратегическое планирование, повышая эффективность управления и создавая условия для стабильного роста компании.

Инструменты для аналитики способны принимать обоснованные решения, чтобы помочь сотрудникам. Они предоставляют данные о потребностях в обучении, эффективности программ и уровне квалификации сотрудников. Это способствует развитию персонала и достижению стратегических целей компании. Эксплуатация данных агрегатов способствует более точному прогнозированию кадровых запросов, планированию бюджета на обучение персонала и оцениванию вклада обучающих программ в общую эффективность работы предприятия.

В результате компания получает удобный инструмент для планирования и мониторинга образовательных процессов. Система помогает сотрудникам повысить качество своей работы, что хорошо повлияет на производительность и конкурентоспособность предприятия. Руководству, данная система, дает возможность сократить время на мониторинг сотрудников и качество их подготовки, а помогает им уделять больше времени на успешное развитие процветание компании. Она помогает достигать стратегических целей, обеспечивая устойчивое развитие и успешное функционирование бизнеса.

Источники

1. Лучинкин В.Л., Смирнов Ю.Н. Цифровая трансформация образовательной среды // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 214-216.

2. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Инновационные подходы к мотивации персонала // Наука Красноярья. 2019. Т. 8. № 4-2. С. 127-130.

3. Хаджиева Л.К., Халидов А.А., Хагаева А.В. Цифровизация и автоматизация производства в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 443-446.

УДК 005.8

АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА «ЗАКУПКА КОМПЛЕКТУЮЩИХ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОТАЦИИ ARIS EEPC

Леушкин Максим Юрьевич, Идрисов Даниэль Даниярович, Плюснин Максим Дмитриевич
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
maksim.leushkin@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается бизнес-процесс закупки комплектующих в компании ООО «KomaruTECH» с использованием нотации ARIS eEPC. Проанализированы основные этапы процесса, включая проведение маркетингового исследования, выбор поставщиков, заключение договоров, приемку товара и контроль качества. Определены ключевые проблемы, связанные с управлением закупками, и предложены возможные пути их оптимизации. Представлена модель текущего состояния («Как есть»). Автоматизация данного бизнес-процесса в будущем позволит повысить эффективность управления закупками, минимизировать риски несоответствия поставок, улучшить контроль над товарооборотом и повысить общую производительность компании.

Ключевые слова: бизнес-процесс, закупка комплектующих, ARIS eEPC, анализ процессов, автоматизация, управление поставками.

ANALYSIS OF THE «COMPONENT PURCHASE» BUSINESS PROCESS USING ARIS EEPC NOTATION

Leushkin Maksim Yuryevich, Idrisov Daniel Daniyarovich, Plusnin Maksim Dmitrievich
NMSTU, Magnitogorsk, Russia
maksim.leushkin@mail.ru

Abstract. The article examines the business process of component procurement in the company LLC «KomaruTECH» using ARIS eEPC notation. The main stages of the process are analyzed, including market research, supplier selection, contract conclusion, goods acceptance, and quality control. Key issues related to procurement management have been identified, and possible ways to optimize them are proposed. A model of the current state («As-Is») is presented. The future automation of this business process will improve procurement management efficiency, minimize supply mismatches, enhance inventory control, and increase overall company productivity.

Keywords: business process, component procurement, ARIS eEPC, process analysis, automation, supply management.

В эпоху цифровизации, когда автоматизация бизнес-процессов становится ключевым фактором конкурентоспособности, эффективное

управление закупками играет решающую роль для стабильной работы предприятий. Однако многие компании, включая ООО «KomaruTECH», сталкиваются с проблемами, связанными с неэффективностью процессов закупки комплектующих, что приводит к задержкам поставок, ошибкам в учете и увеличению операционных затрат. Анализ и оптимизация данного бизнеспроцесса с использованием нотации ARIS EPC позволяют выявить проблемные зоны и предложить решения для их устранения, что способствует повышению эффективности работы компании [1].

Event-driven Process Chain (eEPC) является одним из методов моделирования в рамках методологии ARIS. Построение модели осуществлено с использованием программного обеспечения «Microsoft Visio», она представлена на рисунках 1, 2 [2].

На основе проведённого анализа и описания текущей работы компании «KomaruTECH», можно выделить следующие ключевые «узкие места» в текущем процессе.

В текущем процессе закупки может отсутствовать стандартная форма для оформления заявки на поставку комплектующих, что создаёт путаницу и увеличивает вероятность ошибок.

Помимо этого, имеет место быть неэффективное взаимодействие с поставщиками, длительный процесс согласования условий поставок, недостаточная гибкость при изменении условий сотрудничества, отсутствие системы оценки поставщиков, что снижает оперативность закупок.

Более того в процессе оформления сделки с поставщиками используется большое количество бумажных документов (дистрибьюторский договор, товарные накладные, акт приёма-передачи и т.д.), что приводит к необходимости ручного ввода данных и повышает вероятность ошибок.

Проблемы, вытекающие из выявленных «узких мест»:

– медленный документооборот – ожидание подтверждения и согласования документов между различными подразделениями (например, юридический отдел, отдел закупок, склад) замедляет весь процесс закупки, что снижает оперативность работы компании и ведет к возможным задержкам в поставках.

– использование бумажного документооборота и вручную заполняемых документов увеличивает вероятность ошибок при оформлении контрактов, актов приёма-передачи и товарных накладных, что в свою очередь может привести к задержкам в поставке товаров.

Для улучшения работы компании «KomaruTECH» необходимо внедрить интегрированную ERP-систему, которая автоматизирует ключевые бизнес-процессы, включая оформление заявок, актов приёма-передачи, счетов-фактур и других документов. Это решение позволит устранить проблемы с ручным документооборотом, снизить вероятность ошибок и задержек, а также

улучшить коммуникацию между отделами через централизованный информационный портал. Вдобавок, система электронного документооборота для работы с поставщиками и внедрение критериев оценки поставок повысит оперативность и эффективность закупок.

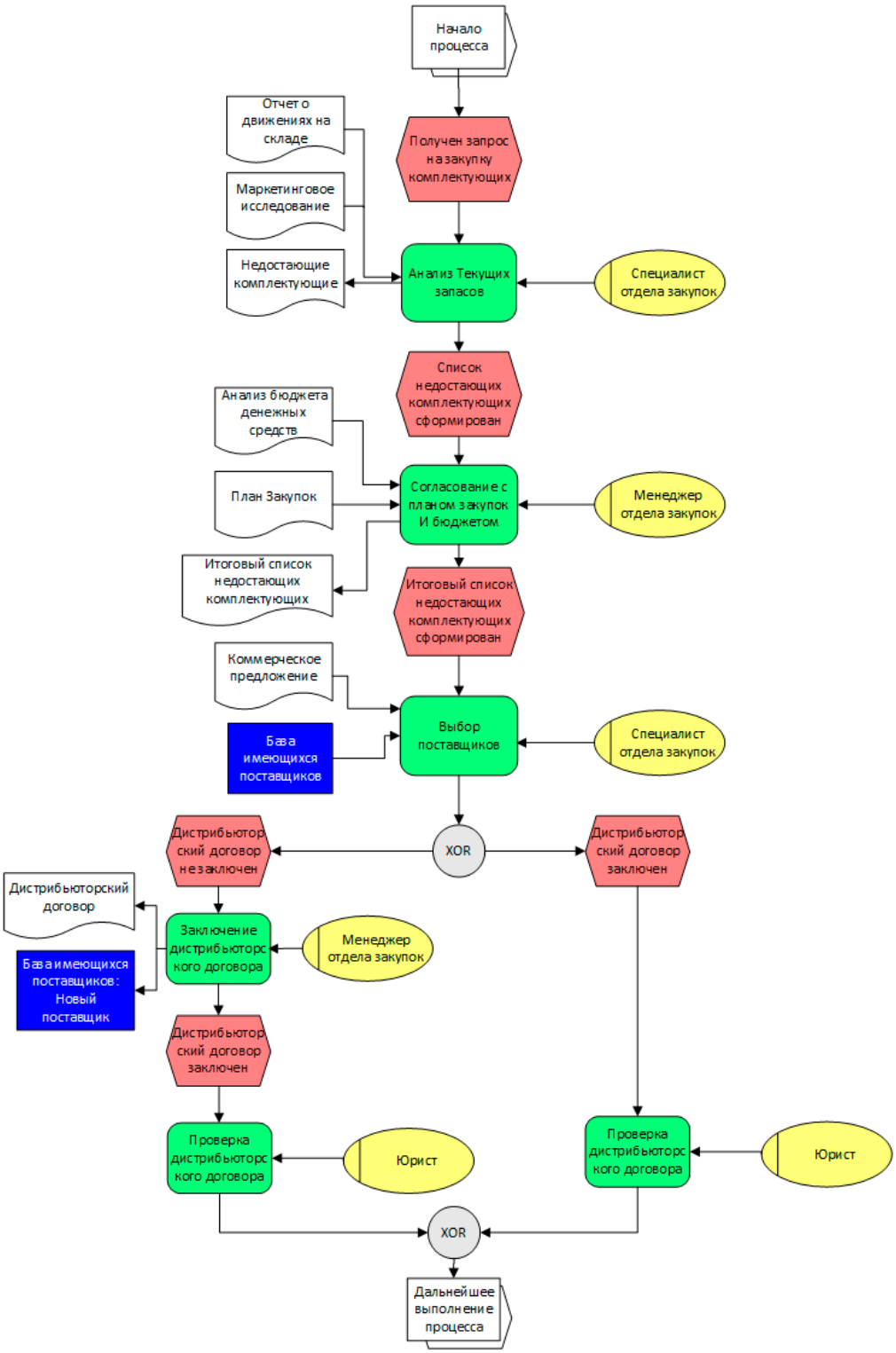


Рис. 1. Первая часть диаграммы ARIS eEPC «Закупка комплектующих»

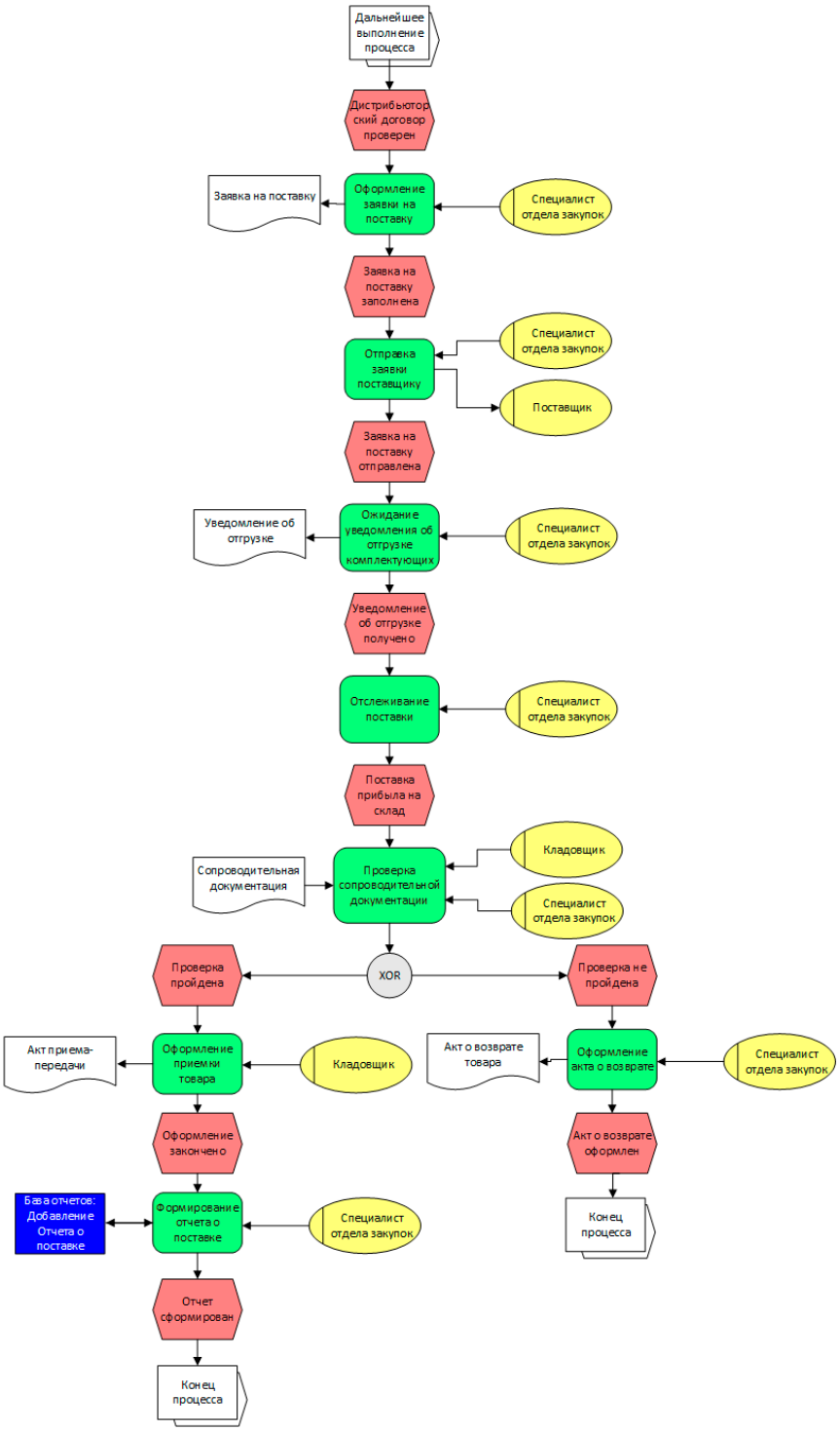


Рис. 2. Вторая часть диаграммы ARIS eEPC «Закупка комплектующих»

Источники

1. Иванов И.И., Петров П.П. Управление IT-услугами в образовательных учреждениях // М.: Издательство «Технологии будущего». 2022.

2. Методические рекомендации к лабораторным РАБОТАМ по дисциплине «Информационные технологии в управлении качеством»: методические рекомендации // Лань: электронно-библиотечная система. Москва: ТУСУР, 2018. С. 208.

УДК 004.42

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ФРЕЙМВОРКЕ BLAZOR

Лисовин Олег Александрович, Яхонтова Ирина Михайловна
ФГБОУ ВО «КубГАУ», г. Краснодар, Россия
o.lisowin@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена ключевым особенностям архитектуры информационных систем, разработанных с использованием фреймворка Blazor.

Ключевые слова: Blazor, информационные системы, архитектура информационных систем, проектирование информационных систем, C#, NET.

FEATURES OF THE ARCHITECTURE OF INFORMATION SYSTEMS BASED ON THE BLAZER FRAMEWORK

Lisovin Oleg Alexandrovich, Yakhontova Irina Mikhailovna
KUBSAU, Krasnodar, Russia
o.lisowin@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the key features of the architecture of information systems developed using the Blazor framework.

Keywords: Blazor, information systems, architecture of information systems, design of information systems, C#, .NET.

Фреймворк Blazor является современным инструментом для разработки веб-приложений с использованием языка программирования C# и платформы .NET. Его архитектурные особенности делятся на две основные модели работы: Blazor Server и Blazor WebAssembly. Каждая из этих моделей обладает своими преимуществами и ограничениями, которые оказывают влияние на проектирование и реализацию разрабатываемых информационных систем.

Blazor Server работает с использованием постоянного соединения с сервером через SignalR. На основе этой технологии выполняется обработка данных на серверной стороне, а изменения в интерфейсе пользователя передаются и отображаются без полной перезагрузки страниц, используя веб-сокеты. Такая модель предоставляет преимущества в виде быстрого времени загрузки и меньших требований к клиентскому устройству, но требует стабильного интернет-соединения, и может увеличивать нагрузку на серверные ресурсы при значительном количестве пользователей. В свою очередь Blazor

WebAssembly выполняет код непосредственно в браузере загружая приложение и его зависимости на клиентскую сторону. Данный подход снижает нагрузку на сервер, повышает автономность работы приложения и уменьшает задержки при взаимодействии с пользователем, однако увеличивает время первоначальной загрузки и предъявляет повышенные требования к вычислительным ресурсам клиентского устройства.

В 2023 году, с выходом .NET 8, фреймворк Blazor получил дальнейшее развитие. Обе модели, и Blazor Server, и Blazor WebAssembly были объединены в одну модель, которая сочетает рендеринг на сервере и интерактивность Blazor WebAssembly. При необходимости есть возможность использовать либо рендеринг на стороне сервера, либо рендеринг на стороне клиента, либо совмещать оба вида рендеринга. Появилось несколько новых режимов отображения страниц. Интерактивный рендеринг на сервере – во время интерактивного взаимодействия пользователя с компонентом на веб-странице с помощью SignalR выполняются запросы к серверу. Сервер обрабатывает запрос и присылает в ответ клиенту результат, который отображается на веб-странице. Подобные интерактивные запросы с помощью SignalR более эффективны, по сравнению с HTTP-запросами. Тем не менее между браузером и сервером необходимо постоянное соединение SignalR, что ограничивает масштабируемость. Наиболее подходит для веб-приложений, запущенных во внутренней сети, с ограниченным числом клиентов и высокой пропускной способностью интернета. Интерактивный автоматический рендеринг выполняет сборку страниц на сервере для более быстрого первоначального отображения, загружает компоненты WebAssembly в фоновом режиме, а далее – переключается на WebAssembly для последующей интерактивности. Новые режимы отображения дали возможность разработчикам значительно ускорить веб-приложения. Использовавшееся ранее разделение на два не связанных между собой режима, теперь значительно упрощается и оптимизируется, давая возможность как выбрать новые режимы, так и использовать различные для определенных страниц. Это всё значительно повышает мощность и конкурентоспособность Blazor.

Архитектура информационных систем на Blazor характеризуется использованием компонентов представляющие из себя блоки интерфейса. Особенностью этих компонентов является их изоляция и переиспользование. Они могут взаимодействовать между собой, включать в себя друг друга, представляя древовидную структуру. Важной особенностью является инкапсуляции логики и визуального представления в рамках одного компонента, что способствует повышению читаемости и удобства сопровождения кода.

Взаимодействие Blazor-приложений с внешними системами и базами данных осуществляется посредством API. Чаще всего они построены на REST или gRPC. Для выполнения HTTP-запросов используется встроенный HttpClient, используемый по паттерну внедрения зависимостей. В случае Blazor WebAssembly необходимо учитывать ограничения браузера (например, CORS), а также возможность работы в оффлайн-режиме с применением кэширования данных. В Blazor Server взаимодействие с базой данных обычно реализуется через Entity Framework Core. Эта технология предоставляет объектно-реляционный модуль для работы с базой, автоматически оптимизируя запросы и защищая от базовых уязвимостей (таких как sql-иньекция).

Обеспечение безопасности в информационных системах на Blazor включает в себя аутентификацию и авторизацию, которые могут быть реализованы с использованием ASP.NET Identity, OAuth, OpenID Connect и JWT-токенов. В Blazor Server отдельное внимание уделяется защите от межсайтовых атак (CSRF) и внедрения вредоносного кода (XSS), так как взаимодействие осуществляется через постоянное соединение с сервером. В Blazor WebAssembly безопасность реализуется преимущественно на клиентской сторон. Это требует дополнительной валидации запросов на сервере.

Таким образом архитектура информационных систем на фреймворке Blazor обладает рядом особенностей, которые необходимо учитывать при разработке и проектировании. Выбор между Blazor Server и Blazor WebAssembly зависит от требований к производительности, безопасности и масштабируемости. Гибкость фреймворка и поддержка C# делают его мощным инструментом для создания современных веб-приложений [1,2].

Источники

1. Ветрова А.Д., Лещенко К.Д., Яхонтова И.М. Разработка методики автоматизации процессов предприятий малого бизнеса на основе облачных технологий // Epomen. Global. 2023. № 39. С. 8-19.

2. Яхонтова И.М., Крамаренко Т.А. Компьютерные технологии в науке, производстве и образовании: учеб. пособие. Краснодар, 2019. С. 86.

УДК 656.1; 656.07

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ТРАНСПОРТОМ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Ирина Викторовна Макарова[1], Александр Сергеевич Баринов[2], Илья Викторович Халяпин[3]
[1,3]НЧИ ФГАОУ ВО «КФУ», г. Набережные Челны, Россия
[2]ФГАОУ ВО «МАУ», г. Мурманск, Россия
[1]kamIVM@mail.ru, [2]barinovas@mauniver.ru

Аннотация. В статье рассмотрены возможности оптимизации работы портового технологического оборудования путем интеллектуализации процессов. Разработана концепция системы управления автономным технологическим транспортом и оборудованием дробильно-сортировочного комплекса на территории морского порта.

Ключевые слова: автономный технологический транспорт, системы автономного управления, интеллектуальное управление.

IMPROVING THE MANAGEMENT OF AUTONOMOUS TECHNOLOGICAL TRANSPORT USING AN INFORMATION SYSTEM

Irina Viktorovna Makarova[1], Aleksandr Sergeevich Barinov[2], Ilya Viktorovich Khalyapin[3]
[1,3]NCHI FSAEI HE «KFU», Naberezhnye Chelny, Russia
[2]FSAEI HE «MAU», Murmansk, Russia
[1]kamIVM@mail.ru, [2]barinovas@mauniver.ru

Abstract. The article considers the possibilities of optimizing the operation of port technological equipment by intellectualizing processes. A concept of a control system for autonomous technological transport and equipment of a crushing and sorting complex on the territory of a seaport has been developed.

Keywords: Autonomous technological transport, autonomous control systems, intelligent management.

Применение интеллектуальных решений для совершенствования технологических процессов возможно путем создания систем управления и оснащения технологического оборудования бортовыми информационно-управляющими системами (БИУС). При этом необходимо учитывать риски, возникающие при реализации проектов. Расширение границ использования транспорта с системами автономного управления возможно за счет качественной проработки принципов эксплуатационного контура автомобиля [1-3]. Перспективность применения автономной автомобильной техники в

производственной сфере обосновывают многие исследования, поскольку в условиях промышленных организаций и предприятий обеспечение необходимых условий эксплуатации такого транспорта является достижимым [4-6]. В статье [7] рассмотрены вопросы внедрения автономных транспортных средств для повышения безопасности производственных процессов. Предлагается использовать автономную технику для выполнения работ дробильно-сортировочного комплекса на территории морского торгового порта.

В настоящее время существует множество способов реализации систем автономного управления для транспорта. При этом, производственные процессы могут значительно отличатся друг от друга в зависимости от реализуемых технологических операций. Поэтому актуальным при проектировании управления является выделение параметров, как самого технологического процесса, так и автономного транспорта, и оборудования, участвующего в его реализации.

Материалы и методы.

Для определения проблем при проектировании и подборе системы автономного управления необходимо учитывать характеристики и техническое состояние технологического транспорта или оборудования, входящих в систему автономного управления. Также необходимо определить последовательность операций технологического процесса, а также выявить основные факторы, которые могут воздействовать на оборудование и систему в процессе выполнения операционных задач.

На примере портового терминала, можно выделить пять основных видов технологического оборудования: перегружатели и манипуляторы; портальные краны; конвейерное оборудование; дробильно-сортировочные установки; ковшовые погрузчики.

Работа технологического транспорта (оборудования).

Каждый из видов оборудования выполняет определенные технологические операции, при этом взаимодействуя между собой. Для создания безопасной рабочей среды при взаимодействии различных типов оборудования и обслуживающего персонала, необходимо все задействованные механизмы и машины перевести в автономный режим, снабдив их соответствующими бортовыми системами, которые будут управляться из единого центра – системы управления автономным оборудованием. Поскольку все типы оборудования связаны между собой различными операционными задачами, которые выполняются по определенным алгоритмам, то можно этот замкнутый производственно-технологический контур обозначить как технологическую экосистему, и для оптимизации взаимодействия в ней между работниками и механизмами, оснастить ее системой управления автономным оборудованием.

Результаты и обсуждение: конфигурация информационной системы и взаимодействие модулей.

Исходя из условия замкнутости производственного контура, внешние факторы, которые надо учитывать при планировании работы всех типов технологического оборудования, должны поступать из систем мониторинга и в качестве исходных данных влиять на выбор варианта технологического процесса. При этом надо учитывать влияние внешних факторов, определяющих качество технологических процессов.

Так, к внешним факторам можно отнести те из них, которые не нарушают последовательность процесса, а только определяют такие его характеристики как скорость, производительность и т.п., а также факторы, вызывающие сбои (к ним можно отнести выход из строя оборудования, нештатные ситуации и т.п.). При выполнении технологических операций на открытых производственных площадках необходимо учитывать влияние природно-климатических условий арктического региона на условия работы оборудования и компонентов системы автономного управления. Суровый климат арктического региона вносит коррективы в работу оборудования при участии человека, не говоря уже о технологических и компьютеризированных системах. Обледенение металлоконструкций, заснеженные производственные участки и дороги, «ледяной» дождь и ветер в условиях повышенной влажности, в значительной мере влияют на безопасность и эффективность работы. Первоочередной задачей является организация инфраструктуры для безопасной работы оборудования и систем в таких условиях. Следующим шагом необходимо адаптировать систему автономного управления, путем корректировки различных технических показателей технологического оборудования, а также подбора элементов системы, адаптированных к суровым климатическим условиям.

Планировка производственного участка, оптимальное расположение оборудования, зданий, сооружений, подъездных путей положительно сказываются на производственном процессе. Поэтому необходимо качественно проработать организацию инфраструктуры технологических площадок для безопасного и эффективного использования возможностей технологического оборудования и системы автономного управления.

Кроме того, необходимо учитывать специфику работы оборудования и его особенности. Так, например, для эффективной разгрузки полувагонов, в условиях работы системы автономного управления, необходимо обеспечить точное позиционирование полувагона под порталом крана, а также своевременную и ритмичную подачу железнодорожных составов для разгрузки, учитывая производительность оборудования и системы. Эти и другие условия необходимо предусмотреть в качестве исходных данных для корректной и эффективной работы системы автономного управления. На рисунке 1 представлен пример алгоритма технологического процесса.

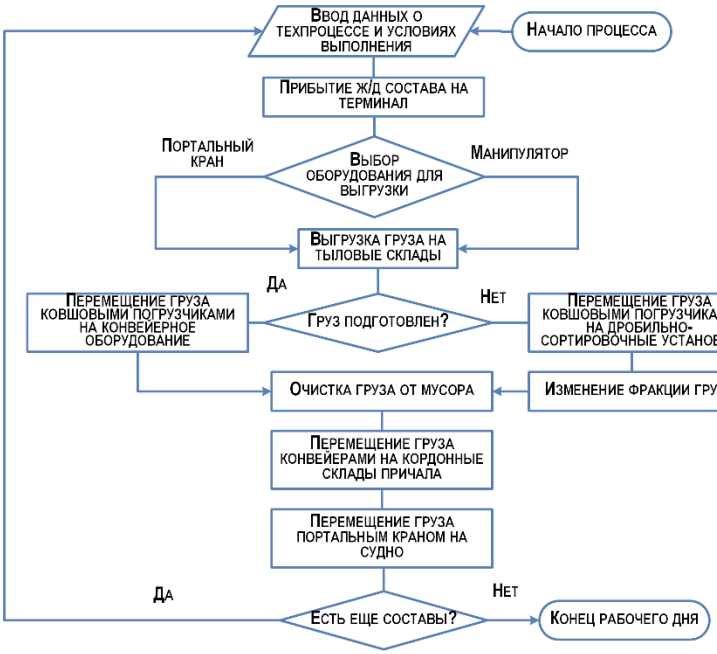


Рис.1. Пример алгоритма техпроцесса

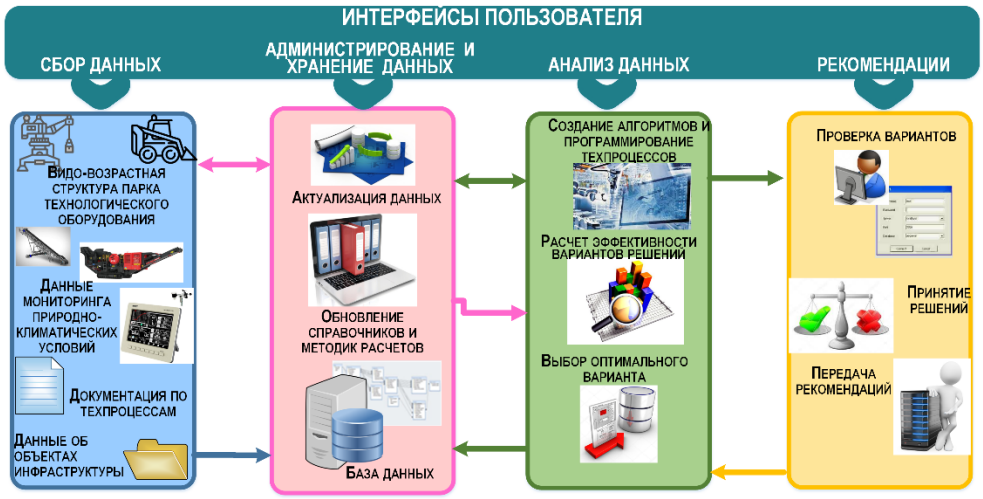


Рис. 2. Концептуальная схема информационной системы управления автономным оборудованием морского порта

При выполнении операции погрузки судна, кроме описанной системы управления портовым оборудованием, необходимо использовать интеллектуальные системы, связанные со швартовкой и стоянкой судов у причала, которые уже разработаны и представлены на рынке. Поэтому требуется разработка интерфейсов между системами – создаваемой и существующей. Совместная работа таких систем повысит эффективность выполнения технологических операций, управления автономным технологическим оборудованием, а также повысить производственные показатели, что является ключевым фактором в работе терминала. На рисунке 2 приведена схема работы системы автономного управления технологическим

транспортом и оборудованием дробильно-сортировочного комплекса на территории морского торгового порта.

Учитывая необходимость оптимизации технологических процессов в экосистеме морского порта, возможным решением может стать реализация управления путем внедрения информационной системы управления автономным транспортом, снабженным БИУС, позволяющей учитывать факторы, определяющие его работу В исследовании, на примере технологического оборудования портового терминала рассмотрены основные параметры, определяющие выбор системы автономного управления, а также указаны факторы, влияющие на работу этой системы. При правильном учете возможных рисков и особенностей работы оборудования, создании условий по предотвращению или минимизации воздействия негативных факторов, связанных с выполнением технологических операций, можно не только повысить эффективность работы порта, но и снизить травматизм работников.

Источники

1. Макарова И.В., Мухаметдинов Э.М., Баринов А.С., Халяпин И.В. Совершенствование концепции системы автономного управления технологическим транспортом // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2024. Т. 80. № 2. С. 103-108.

2. Макарова И.В., Баринов А.С., Халяпин И.В. Выбор способа реализации системы автономного управления технологическим транспортом // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 321-325.

3. Belmoukari B., Audy J.F., Forget P. Smart port: A systematic literature review // Eur. Transp. Res. Rev. 2023, 15, 4.

4. Heikkilä M., Saarni J., Saurama A. Innovation in Smart Ports: Future Directions of Digitalization in Container Ports // J. Mar. Sci. Eng. 2022. 10. 1925.

5. Priyanta I.F., Golatowski F., Schulz T., Timmermann D. Evaluation of LoRa Technology for Vehicle and Asset Tracking in Smart Harbors // In Proceedings of the IECON 2019-45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Lisbon, Portugal, 2019. PP. 4221–4228.

6. Vicentiy A.V. Digitalization of Arctic shipping along the Northern Sea Route // IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 2021. 816. 012023.

7. Макарова И.В., Баринов А.С., Халяпин И.В. Повышение безопасности производственных процессов при помощи внедрения автономного транспорта // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2023. № 3(95). С. 67-74.

УДК 004.7

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ЛИДИРУЮЩЕГО СЕРВЕРА В АЛГОРИТМЕ RAFT

Маслов Иван Георгиевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ- КАИ», г. Казань, Россия
masloviw@yandex.ru

Аннотация. В данной работе предложен механизм выбора лидера на основе множества стратегий, который позволяет узлам инициировать новые выборы при снижении производительности лидера и заменять его новым лидером из очереди приоритетов. Анализ и эксперименты показывают, что этот механизм улучшает пропускную способность и задержку системы без увеличения времени выборов.

Ключевые слова: алгоритм консенсуса, выбор лидера, алгоритм Raft, приоритет сервера.

OPTIMIZING THE CHOICE OF THE LEADING SERVER IN THE RAFT ALGORITHM

Maslov Ivan Georgievich
FSBEI HE «KNRTU–KAI», Kazan, Russia
masloviw@yandex.ru

Abstract. This paper proposes a multi-strategy leader election mechanism that allows nodes to initiate new elections when the leader's performance degrades and replace it with a new leader from the priority queue. Analysis and experiments show that this mechanism improves the system throughput and latency without increasing the election time.

Keywords: consensus algorithm, leader election, Raft algorithm, server priority.

С развитием интернет-технологий распределенные системы стали решением проблем централизованных систем. Алгоритм Raft, основанный на модели машины состояний с репликацией, упрощает выбор лидера и репликацию логов по сравнению с Paxos. Однако его случайный механизм выбора лидера приводит к нестабильности производительности, особенно если лидер теряет эффективность из-за внешних факторов [2].

В этой работе предложены два улучшения:

Стратегия анти-голосования - лидер может инициировать новые выборы на основе данных о состоянии (пропускная способность, задержка консенсуса,

вариации задержки между серверами), чтобы устранить лидера с низкой производительностью.

Механизм приоритетного тайм-аута выборов – приоритет серверов рассчитывается на основе их состояния, что повышает вероятность выбора высокопроизводительного лидера.

Эксперименты подтверждают улучшение пропускной способности и снижение времени выборов лидера на 10%.

Механизм выбора лидера на основе множества стратегий.

Raft управляет реплицированными логами, разделяя задачи на выбор лидера, репликацию логов и обеспечение безопасности. Лидер избирается путём голосования с использованием тайм-аута, но традиционный подход не учитывает изменения производительности лидера.

Методы оптимизации выбора лидера.

Активный запуск выборов. Для оценки состояния лидера в протокол heartbeat добавлены метрики: пропускная способность, задержка консенсуса и временная метка. Последователи голосуют против лидера, если его параметры не соответствуют заданным порогам. Лидер уходит в отставку, если получает более половины отрицательных голосов.

Приоритетный механизм выборов [1]. Приоритет серверов делится на три уровня (1-3), где 1 – наивысший. Тайм-аут выборов распределяется: 150-200 мс (приоритет 1), 200-250 мс (приоритет 2), 250-300 мс (приоритет 3). Приоритет зависит от пропускной способности, задержки и числа запросов.

Анализ безопасности. Атрибуты безопасности.

Живучесть: система всегда может выбрать лидера с лучшей производительностью.

Безопасность: в каждом раунде избирается не более одного лидера.

Динамическая доступность: лидер с низкой производительностью заменяется.

Согласованность: сохраняется согласованность логов.

Время выбора лидера.

Ожидаемое время выбора лидера зависит от минимального тайм-аута. Пусть $T_1, T_2,...,T_s$ - тайм-ауты s серверов, $M_s = \min(T_1, T_2,..., T_s)$.

Для $0 \le t \le t_1$:

$$\Pr(M_s \le t) = 1 - \Pr(M_s > t) = 1 - \prod_{i=1}^{s} \Pr(T_i > t) = \prod_{i=1}^{s} (t_1 - t) \qquad (1)$$

$$\Pr(M_s \le t) = 1 - (t_1 - t)^s$$

Для $0 \le t \le t_2$:

$$\Pr(M_s \le t) = 1 - \prod_{i=1}^{s}(t_2 - t) = 1 - (t_2 - t)^s \quad (2)$$

Для $0 \le t \le 1$:

$$\Pr(M_s \le t) = 1 - \prod_{i=1}^{s}(1 - t) = 1 - (1 - t)^s \quad (3)$$

Вычислим значение M_s для каждого случая:

Для $0 \le t \le t_1$:

$$E[M_s] = \frac{1 - (1 + st_1)(1 - t_1)^s}{s + 1} \quad (4)$$

Для $0 \le t \le t_2$:

$$E[M_s] = \frac{1 - (1 + st_2)(1 - t_2)^s}{s + 1} \quad (5)$$

Для $0 \le t \le 1$:

$$E[M_s] = \frac{1}{s + 1} \quad (6)$$

Следовательно:

$$0 < t_1 < t_2 < 1, \frac{1 - (1 + st_1)(1 - t_1)^s}{s + 1} \le \frac{1 - (1 + st_2)(1 - t_2)^s}{s + 1} \le \frac{1}{s + 1} \quad (7)$$

Это доказывает, что механизм выбора лидера на основе множества стратегий не только сокращает время выбора лидера благодаря механизму приоритетов, но и гарантирует оптимальную производительность выбранного лидера.

Тестирование.

Тесты показали, что при снижении производительности лидера традиционный Raft теряет пропускную способность, тогда как предложенный

механизм восстанавливает её после активного запуска выборов. Задержка обеспечения консистентного состояния немного увеличивается из-за дополнительных вычислений, но это обеспечивает динамическую доступность. При приведении 200 операций выбора лидера оригинальный Raft алгоритм показал 19 случаев разделения голосов, увеличивая время выборов. Предложенный механизм сокращает время на 10%, избегая разделения голосов.

Предложенный механизм улучшает производительность Raft за счёт активного запуска выборов и приоритетного тайм-аута. Он повышает пропускную способность, снижает задержку и время выборов лидирующего сервера.

Источники

1. Lamport L. Time, clocks, and the ordering of events in a distributed system // Concurrency: the Works of Leslie Lamport; Association for Computing Machinery; 2019. PP. 179-196.

2. DeGroot MH. Reaching a consensus. J Am Stat Assoc. 1974. 69(345). PP. 118-121.

3. Nakamoto S. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system // Decentral Bus Rev. 2008. PP. 21260.

4. Schneider FB. Implementing fault-tolerant services using the state machine approach: a tutorial // ACM Comput Surv. 1990. 22(4). PP. 299-319.

5. Garcia-Molina H. Elections in a distributed computing system // IEEE Trans Comput. 1982. 31(1). PP. 48-59.

УДК 658.5.011.56

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В УПРАВЛЕНИИ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРАКТИК ВНЕДРЕНИЯ

Меланич Александра Викторовна
ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия
alexiaharell@gmail.com

Аннотация. В статье анализируются современные подходы к созданию и применению цифровых двойников в промышленности. Рассматриваются ключевые технологические решения, практические примеры внедрения в нефтегазовой отрасли, машиностроении и энергетике, а также основные вызовы интеграции. Особое внимание уделено перспективам развития технологии, включая применение квантовых вычислений и блокчейна.

Ключевые слова: цифровой двойник, промышленность, жизненный цикл, интернет вещей, искусственный интеллект, цифровая трансформация, прогностическое моделирование

DIGITAL TWINS IN INDUSTRIAL ASSET LIFECYCLE MANAGEMENT: COMPREHENSIVE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES AND IMPLEMENTATION PRACTICES

Melanich Alexandra Viktorovna
Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russia
alexiaharell@gmail.com

Abstract. The article examines modern approaches to creating and implementing digital twins in industry. It covers key technological solutions, practical implementation cases in oil & gas, manufacturing and energy sectors, and main integration challenges. Special focus is given to technology development prospects, including quantum computing and blockchain applications.

Key words: digital twin, industry, lifecycle, Internet of Things, artificial intelligence, digital transformation, predictive modeling

Современная промышленность переживает период глубокой цифровой трансформации, где ключевую роль играют технологии цифровых двойников. Эти сложные киберфизические системы представляют собой не просто виртуальные копии физических активов, а динамические интеллектуальные модели, способные к самообучению и адаптации. В данной работе проводится

всесторонний анализ концепции цифровых двойников, рассматриваются их фундаментальные принципы, практические аспекты внедрения в промышленности, а также перспективы развития этой трансформационной технологии.

Философия цифрового двойника основана на принципе создания зеркальной цифровой сущности физического объекта, которая существует параллельно с ним на протяжении всего жизненного цикла. В отличие от традиционных компьютерных моделей, цифровой двойник характеризуется тремя определяющими свойствами:

Во-первых, это синхронизация в реальном времени через непрерывный поток данных от сенсоров и IoT-устройств. Во-вторых, способность к прогностическому моделированию на основе методов искусственного интеллекта. В-третьих, наличие обратной связи, позволяющей виртуальной модели влиять на состояние физического объекта [1, 2].

Формирование полноценного цифрового двойника требует интеграции нескольких технологических платформ:

– систем автоматизированного проектирования (CAD);

– программного обеспечения для управления жизненным циклом изделий (PLM);

– платформ интернета вещей;

– аналитических систем обработки больших данных;

– инструментов виртуальной и дополненной реальности.

Реализация концепции цифровых двойников в промышленном секторе демонстрирует значительный потенциал для оптимизации различных аспектов производства. В нефтегазовой отрасли [3], например, эта технология позволяет создавать комплексные модели месторождений, где виртуальные копии скважин и трубопроводов помогают прогнозировать изменения дебита и планировать ремонтные работы.

В машиностроении цифровые двойники трансформируют подходы к проектированию и тестированию сложных агрегатов. Виртуальные прототипы двигателей или турбин проходят тысячи часов испытаний в цифровой среде до начала физического производства, что значительно сокращает сроки вывода продукции на рынок.

Энергетический сектор использует цифровых двойников для мониторинга состояния критической инфраструктуры. Виртуальные модели трансформаторов или генераторов, обогащенные данными с датчиков вибрации и температуры, помогают предотвращать аварии и оптимизировать графики технического обслуживания.

Создание работоспособной экосистемы цифрового двойника требует решения нескольких технологических задач. Основой является система сбора

данных, включающая сеть датчиков, промышленных контроллеров и шлюзов для передачи информации. Современные решения в этой области демонстрируют переход к беспроводным технологиям и энергонезависимым сенсорам.

Обработка и хранение данных осуществляются в гибридных облачных средах, сочетающих преимущества локальных серверов для критически важной информации и публичных облаков для масштабируемых вычислений. Особое внимание уделяется вопросам кибербезопасности и защиты промышленных данных [4].

Аналитический слой современных цифровых двойников строится на комбинации физических моделей и алгоритмов машинного обучения. Физические уравнения обеспечивают базовую точность, в то время как нейронные сети адаптируют модель к реальным условиям эксплуатации.

Переход к использованию цифровых двойников требует значительных изменений в организационной структуре предприятий. Ключевым вызовом становится преодоление разрыва между ИТ- и инженерными подразделениями, что требует создания кросс-функциональных команд и новых компетенций.

Важным аспектом является изменение подходов к управлению данными. Предприятиям необходимо разрабатывать стратегии управления жизненным циклом информации, стандартизировать форматы данных и создавать единые хранилища [5].

Экономическое обоснование внедрения цифровых двойников должно учитывать не только прямые затраты на оборудование и ПО [6], но и долгосрочные эффекты от повышения производительности, сокращения простоев и увеличения срока службы оборудования.

Будущее цифровых двойников связано с несколькими перспективными направлениями. Развитие технологий цифровых теней (digital shadows) позволит создавать упрощенные, но более доступные версии цифровых двойников для малых и средних предприятий.

Интеграция с технологиями блокчейна может решить проблемы доверия к данным и обеспечить неизменяемость истории изменений объекта. Применение квантовых вычислений открывает возможности для моделирования сверхсложных систем с беспрецедентной точностью.

Особый интерес представляет концепция «двойников-близнецов», когда несколько цифровых моделей одного физического объекта специализируются на разных аспектах его функционирования (например, механические напряжения, тепловые режимы, химические процессы).

Цифровые двойники перестают быть технологией будущего, становясь реальным инструментом промышленной трансформации. Их внедрение требует комплексного подхода, учитывающего технологические, организационные и

кадровые аспекты. По мере развития вычислительных технологий и методов анализа данных, цифровые двойники будут играть все более важную роль в создании интеллектуальных производственных систем следующего поколения.

Источники

1. Корягин Н.Д., Сухоруков А.И., Медведев А.В. Реализация современных методологических подходов к менеджменту в информационных системах управления: монография // М.: РИО МГТУ ГА. 2015. С. 146.
2. Сухоруков А.И. [и др.] Проблемы развития информационного менеджмента в строительной отрасли России // Плехановский научный бюллетень. 2017. № 2 (12). С. 210-215.
3. Бачурина. С.С., Голосова Т.С. Инвестиционная составляющая в проектах внедрения BIM-технологий // Вестник МГСУ. 2016. № 2. С. 126−134.
4. Ресин В. И. [и др.] Особенности управления российскими инвестиционно-строительными проектами // Мир новой экономики. 2016. № 4. С. 115−126.
5. Eroshkin S.Y. [et al] Conceptual system in the modern information management // Procedia Computer Science 12th. Сер. «12th International Symposium Intelligent Systems, INTELS 2016». 2017. PP. 609-612.
6. Sukhorukov A.I., Koryagin N.D., Eroshkin S.Y., Kovkov D.V. Statistical Modeling Of The Process Of Generating Analog Information In The Problems Of The Digital Economy // Proceedings of 2017 Tenth In- ternational Conference «Management Of Large-Scale System Development» (MLSD). 2017. PP. 1-3.

УДК 004.273

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТА ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРАКТИВНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ АУДИТОРИИ

Минакова Ольга Владимировна, Муринов Константин Евгеньевич
ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, Россия
ominakova@cchgeu.ru

Аннотация. В статье представлен опыт разработки программного инструмента для организации обратной связи на лекциях, сочетающего демонстрацию учебных материалов с интерактивными заданиями и сбором данных о вовлеченности студентов. Описаны ключевые компоненты системы, включая сервис управления учебными материалами, сервис интерактивных заданий, сервис активности слушателей и сервис аналитики. Предложенная архитектура, основанная на разделении функциональности на независимые сервисы, обеспечивает масштабируемость, гибкость и интеграцию с внешними системами через стандарты IMS (LTI) и xAPI. Разработанное решение способствует повышению интерактивности и персонализации образовательного процесса, что подтверждается системными обзором литературы и практическим опытом.

Ключевые слова: совместимость, персонализация обучения, анализ активности, компонентная архитектура.

BUILDING A SOFTWARE TOOLKIT FOR LECTURE FEEDBACK

Minakova O. V., Murinov K. E.
VSTU, Voronezh, Russia
ominakova@cchgeu.ru

Abstract. The article presents the experience of developing a software tool for organizing feedback during lectures, combining demonstration of educational materials with interactive tasks and collection of data on student engagement. The key components of the system are described, including the educational materials management service, the interactive tasks service, the student activity service and the analytics service. The proposed architecture, based on dividing the functionality into independent services, provides scalability, flexibility and integration with external systems through the IMS (LTI) and xAPI standards. The developed solution contributes to increasing the interactivity and personalization of the educational process, which is confirmed by a systematic review of the literature and practical experience.

Keywords: interoperability, personalization of training, activity analysis, component architecture.

В современном образовательном процессе одной из ключевых задач является поддержание вовлеченности студентов. Однако удержание внимания аудитории на протяжении длительного времени становится все более сложной задачей. Большой объем информации, предоставляемый на лекции, может привести к усталости и снижению концентрации внимания, известной как когнитивная перегрузка. Традиционные методы, такие как ведение конспектов или ответы на вопросы, не всегда стимулируют активное участие каждого студента. А разный уровень подготовки студентов затрудняет синхронное взаимодействие. В таких условиях возникает необходимость в инструментах, которые могли бы обеспечить обратную связь в реальном времени, позволяя лектору адаптировать материал под уровень понимания аудитории, стимулировать каждого студента на участие в лекции через асинхронные вопросы или интерактивные задания [1].

Конечно, подобные инструменты существуют. Так системы реагирования аудитории (ARS, Audience response systems) предназначены для обеспечения интерактивности между докладчиком и аудиторией [2]. Эти системы различаются по отношению к докладчику и используемому оборудованию. Системы реагирования в аудитории сочетают в себе беспроводное оборудование с презентационным программным обеспечением, а также системы для вебинаров или веб-опросы через Интернет. Так Mentimeter и Kahoot! предназначены для интерактивных опросов, Slido для сбора вопросов и обратной связи. Наиболее известна онлайн-платформа Poll Everywhere, которая позволяет создавать опросы и получать ответы от аудитории через веб-сайт или мобильные приложения, что позволяет преподавателю мгновенно оценить уровень понимания аудитории и скорректировать свои методы обучения.

Надо понимать, что подобные системы дороги, требуют предварительного обучения и настройки и трудно адаптируемы под задачи конкретного преподавателя. В настоящее время есть множество простых инструментов типа YandexForms, которые также могут быть использованы для проведения опросов и представляют результаты в табличном виде, которые тоже могут быть обработаны различным инструментарием. Однако разработка специализированного программного средства, ориентированного именно на образовательный процесс, может предложить более глубокую интеграцию с планами и привычными инструментами преподавателя.

Целью данной работы является описание опыта разработки программного инструмента, совмещающего демонстрацию презентации с получением обратной связи, ответами на свободные вопросы, и разные формы тестирования.

При планировании данной системы необходимо было сохранить устоявшийся подход к проведению лекции с использованием презентации

транслируемой привычным PowerPoint и имеющийся распространённый инструмент для взаимодействия множества слушателей – телеграм-канал. Исходя из этих предпосылок были определены сценарии: доступ к учебному контенту, аналитика активности, интерактивные задания.

Лектор демонстрирует слайд, добавляя к нему надписи, отметки, и прочие аннотации.

Слушатель может сохранить актуальный (любой его промежуточный вариант) слайд. Лектор использует любое приложение для управления презентацией (сервис трансляции контента). Слушатели могут запросить измененный слайд в любой момент.

При подготовке лекции лектор загружает учебные материалы в приложение трансляции и сервис учебных материалов одновременно. Лектор общедоступно демонстрирует презентацию через сервис трансляции контента. Слушатели могут в любой момент задавать вопросы и оценивать материал через сервис активности слушателей.

В ходе аудиторного занятия студенты конспектируют, задают вопросы, и участвуют в разного рода активностях, предлагаемых лектором. Современные исследования показывают, что монотонной речью можно удержать не более 15 минут, поэтому лектор вынужден помимо объяснений слайдов вводить новые активности – задавать вопросы, тестировать, включать интерактивные задания.

Программный инструмент должен собирать данные о различных аспектах активности слушателей, таких как количество и содержание заданных вопросов, результаты тестовых заданий, запросы и оценки слайдов. Эти активности из телеграм-канала сохраняются в базу данных для формирования аналитики.

Лектор должен иметь доступ к информационной панели (dashboard), где в реальном времени отображаются метрики активности слушателей и наиболее часто задаваемые вопросы.

На основе анализа этих данных лектор может замедлить темп изложения, если видит, что материал плохо усваивается, добавить дополнительные примеры или объяснения для сложных тем, включить интерактивные элементы (опросы, обсуждения), если вовлеченность слушателей снижается.

Кроме того, после завершения лекции сервис аналитики может предоставить лектору подробную статистику по активности студентов.

Для масштабируемости и универсальности предлагаемого программного решения следует учесть поддержку Experience API (xAPI). Этот стандарт, также известный как Tin Can API, позволяет фиксировать и анализировать данные о взаимодействии пользователей с различными образовательными ресурсами в формате, который легко интегрируется с другими платформами, что позволит их анализировать в долгосрочной перспективе. Это особенно полезно для

построения индивидуальных траекторий обучения на основе истории активности студента, а также проведения исследований в области улучшения методик преподавания.

Данные, собранные через xAPI, могут быть переданы в системы управления обучением (LMS), такие как Moodle, Canvas или Blackboard, что позволяет объединить информацию о активности студентов на лекциях с другими результатами обучения.

Структура системы поддержки лекции представлена на рисунке 1, она позволяет эффективно управлять учебным контентом, организовывать интерактивные задания и анализировать активность студентов.

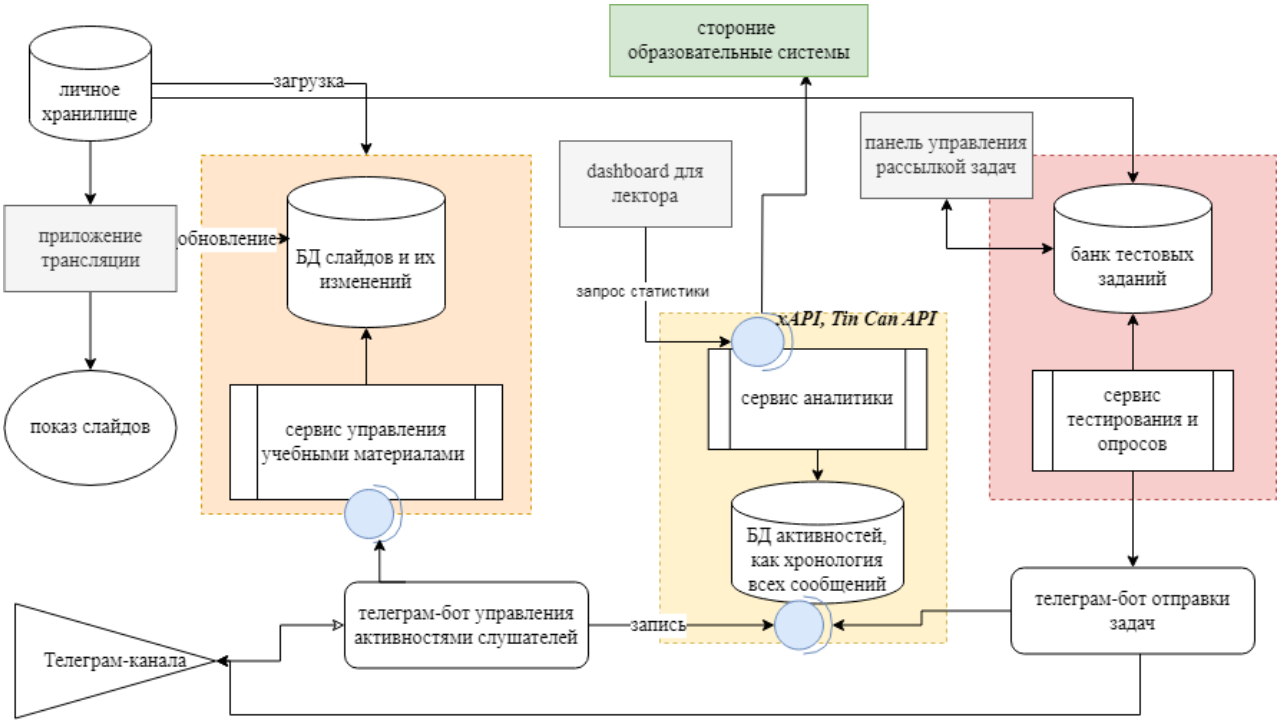


Рис. 1 Архитектура системы поддержки лекции

В текущее время реализован сервис управления учебными материалами [3], взаимодействующий со слушателями через Telegram-приложение в виде настольного приложения лектора. Отдельно разработан Telegram-бот для отправки тестовых заданий [4], функционирующий в трех режимах: тренировочном, пробном и экзаменационном, с предоставлением каждому участнику сводной статистики. Внедрение приложений выявило проблему наполнения Telegram-канала нерелевантными сообщениями, что потребовало реализации модуля регистрации для управления доступом и идентификации пользователей. Интеграция сервиса регистрации и аутентификации как самостоятельного компонента оказалась сложной и ресурсоемкой, поэтому в телеграм-бот управления активностями была добавлена предварительная проверка регистрации пользователей перед обработкой их сообщений.

Изначально система была реализована как монолитное решение, что ограничивало ее масштабируемость и усложняло добавление новых функций. Для устранения этих недостатков предлагается разделение системы на независимые сервисы с четкими обязанностями:

– сервис управления учебными материалами – хранение и управление контентом;

– сервис интерактивных заданий – генерация заданий и опросов, поддержка различных режимов тестирования;

– сервис активности слушателей – сбор данных о взаимодействии студентов с учебными материалами;

– сервис аналитики – формирование отчетов.

Современные тенденции требуют интеграции с системами управления обучением и обеспечение интероперабельности с использованием стандартов (например, LTI и xAPI). Для этого каждый сервис должен предоставлять API, обеспечивающий взаимодействие как с друг с другом, так и с внешними системами. Система соответствует принципам компонентной архитектуры, так как она разделена на независимые сервисы с четкими интерфейсами взаимодействия, обладающими законченной функциональностью, и слабой связанностью.

Предложенная архитектура, основанная на практическом опыте, решает ключевые проблемы, такие как управление пользователями, масштабируемость и интеграция с внешними системами. Она обеспечивает гибкость и возможность дальнейшего развития, что делает ее важным шагом к созданию интерактивного и персонализированного обучения.

Источники

1. Arjomandi A., Paloyo A., Suardi S. Active learning and academic performance: The case of real-time interactive student polling //Statistics Education Research Journal. 2023. Vol. 22. №. 1. PP. 3-7.

2. Ларина Т.Б. Анализ средств создания электронных образовательных ресурсов // Цифровые технологии и решения в сфере транспорта и образования. 2020. С. 76-86.

3. Муринов К.Е., Минакова О.В. Панель лектора системы поддержки активности аудитории. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024667546, 26.07.2024. Заявка № 2024665351 от 04.07.2024.

4. Куков Д.А., Минакова О.В. Менеджер тестовых заданий Телеграм-канала. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024668364, 06.08.2024. Заявка № 2024667016 от 22.07.2024.

УДК 004.65

УПРАВЛЕНЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УЧЕТА ПИТОМЦЕВ В ПРИЮТЕ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Миронова Ксения Андреевна, Корчагина Александра Игоревна
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
ksyusha.mironova.2004@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу проблемы учета животных в приютах, связанных с отсутствием или неэффективностью автоматизированных систем. Рассмотрены негативные последствия ручного ведения документации для ветеринарного сопровождения, поиска новых владельцев и отчетности. Представлена функциональная IDEF0-модель текущего состояния рассматриваемого процесса «как есть», определены «узкие места», сформулировано управленческое решение по внедрению автоматизированной системы для повышения оперативности обработки данных, снижает ошибки и улучшает взаимодействие с органами власти.

Ключевые слова: учет животных, автоматизация процессов, функциональная модель, IDEF0-модель

MANAGEMENT AUTOMATION SOLUTION PET ACCOUNTING SYSTEMS IN AN ANIMAL SHELTER

Mironova Ksenia Andreevna, Korchagina Alexandra Igorevna
NMSTU, Magnitogorsk, Russia
ksyusha.mironova.2004@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the analysis of the problem of accounting for animals in shelters related to the absence or inefficiency of automated systems. The negative consequences of manual documentation management for veterinary support, search for new owners and reporting are considered. A functional IDEF0 model of the current state of the process under consideration is presented «as is», «bottlenecks» are identified, and a management decision is formulated to implement an automated system to increase data processing efficiency, reduce errors, and improve interaction with government authorities.

Keywords: animal accounting, process automation, functional model, IDEF0 model.

В эпоху цифровизации, когда информационные технологии пронизывают все аспекты жизни, от образования до бизнеса, наличие надежной и эффективной системы учета и регистрации становится критически важным для организаций, в том числе занимающихся спасением и реабилитацией животных. К сожалению, многие приюты для животных до сих пор сталкиваются с проблемой отсутствия или неэффективности учетной системы, что порождает целый ряд негативных последствий для сотрудников, волонтеров и будущих владельцев.

Бизнес-процесс учета животных в приюте представляет собой систематизированную деятельность, направленную на регистрацию, обработку и управление информацией о животных с момента их поступления до передачи новым владельцам. Он включает оформление сопроводительной документации (акты поступления, карточки животных, журналы учета), проведение ветеринарных осмотров, содержание и уход за животными, поиск и оценку потенциальных владельцев, а также передачу животных с фиксацией всех данных в архивных копиях документов.

Основные проблемы, связанные с отсутствием автоматизированной системы учета [2]:

1. Длительность процесса поиска новых владельцев для животных: ручное ведение документации и учета требует значительных временных затрат, что снижает эффективность работы приюта. Это приводит к тому, что животные дольше остаются в приюте, что требует дополнительных затрат на содержание;
2. Снижение качества ухода за животными: без автоматизированной системы учета сложно отслеживать состояние здоровья животных, их вакцинации, чипирование и другие медицинские процедуры. Ветеринар вынужден тратить значительное время на ручное ведение медицинских карт, что отвлекает его от непосредственного лечения животных;
3. Увеличение нагрузки на сотрудников и волонтеров: ручное ведение учета и документации значительно увеличивает нагрузку на сотрудников и волонтеров приюта. В результате, сотрудники и волонтеры могут уделять меньше времени непосредственному уходу за животными и их социализации;
4. Потеря данных и ошибки в учете: ручное ведение учета увеличивает риск потери данных и ошибок. Бумажные документы могут быть утеряны или повреждены, а ошибки в записях могут привести к неправильному учету животных и их состояния. Это затрудняет управление приютом и снижает доверие к организации со стороны потенциальных владельцев;
5. Снижение прозрачности и контроля: отсутствие автоматизированной системы учета снижает прозрачность и контроль над процессами в приюте. Это затрудняет отслеживание финансовых операций, учет пожертвований и контроль за расходом средств.

На рис. 1 и рис. 2 представлены контекстный уровень и декомпозированный уровень функциональной IDEF0- диаграммы текущего состояния процесса учета животных «как есть» [3, 4].

На основании анализа текущих проблем и потребностей приютов для животных были сформулированы предварительные управленческие решения, направленные на автоматизацию системы учета животных.

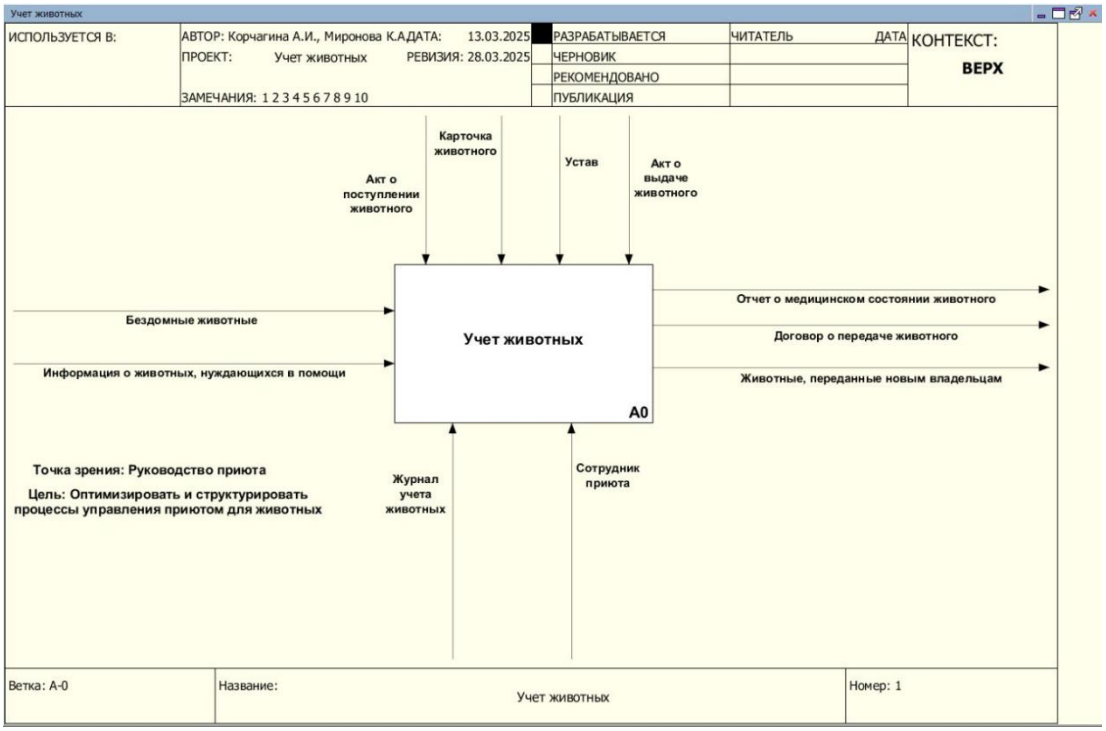


Рис. 1. Контекстный A-0 уровень IDEF0-модели «Учет животных» - «как есть»

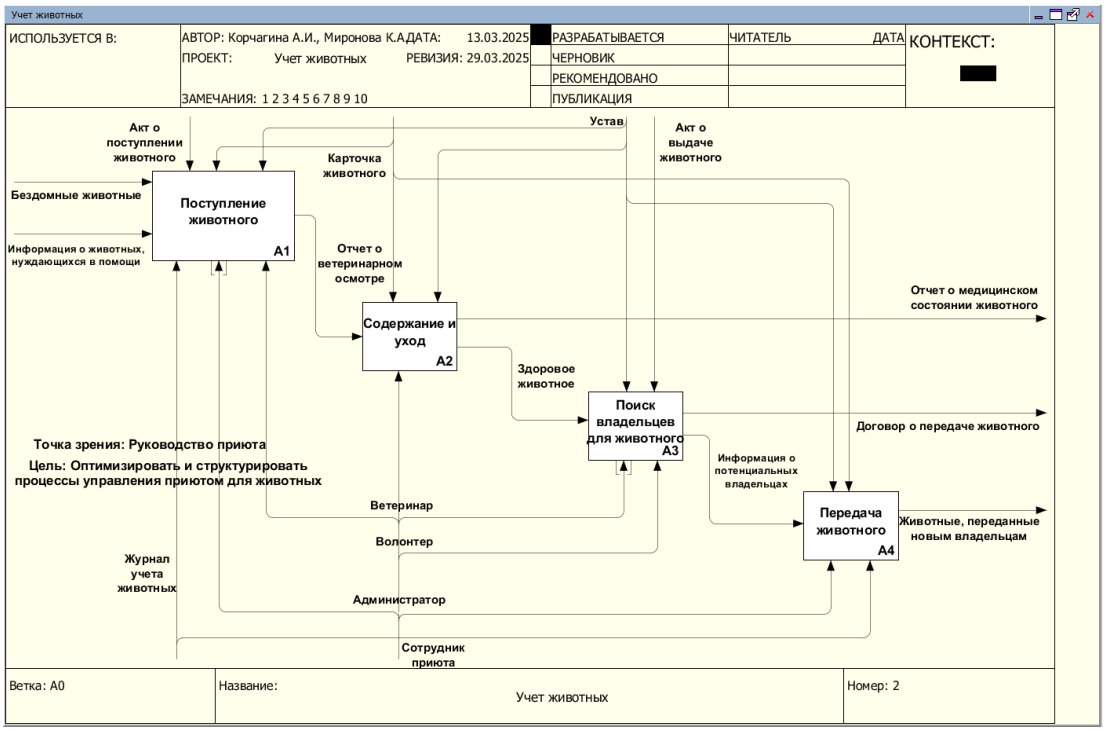


Рис. 2. Декомпозированный A0 уровень IDEF0-модели «Учет животных» - «как есть»

Внедрение предложенных решений позволит повысить эффективность работы, улучшить контроль над операциями и оптимизировать ресурсы [1, 5]:

1. Автоматизация документооборота. Одной из ключевых проблем является ручной учет данных, что приводит к значительным временным затратам и возможным ошибкам. Для устранения этих недостатков предлагается внедрение цифровой системы управления документами, которая позволит:

– сократить время на оформление и поиск документов за счет автоматизации процессов;

– повысить точность учета благодаря исключению человеческого фактора;

– обеспечить централизованное хранение данных с возможностью быстрого доступа и аналитики.

2. Использование цифровых технологий для привлечения финансирования. Для улучшения условий содержания животных и расширения возможностей приюта предлагается разработка специализированной онлайн-платформы. Ее внедрение позволит:

– организовать виртуальные экскурсии и демонстрацию животных, что повысит прозрачность работы приюта и привлечет потенциальных спонсоров и усыновителей;

– создать систему онлайн-пожертвований, упрощающую процесс финансовой поддержки со стороны благотворителей;

– обеспечить интерактивное взаимодействие с волонтерами и заинтересованными лицами через чаты, формы обратной связи и публикацию отчетов.

Отсутствие автоматизированной системы учета и регистрации в приюте приводит к значительным трудностям, включая низкую скорость обработки данных, неэффективное использование ресурсов и снижение удовлетворенности сотрудников и волонтеров. Внедрение современных технологий и разработка внутренних регламентов позволят устранить эти проблемы и повысить качество работы приюта. Это, в свою очередь, положительно скажется на условиях содержания животных и процессе их передачи в новые семьи.

Источники

1. Криницкий Н.А., Миронов Г.А., Фролов Г.Д. Автоматизированные информационные системы // М.: Наука, 2016. С. 382.

2. Каменнова М.С., Крохин В.В., Машков И.В. Моделирование бизнес-процессов: учебник и практикум для вузов // Москва: Издательство Юрайт, 2024. С. 534.

3. Назарова О.Б., Масленникова О.Е. Теоретические основы моделирования бизнес-процессов: учеб. пособие // Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. Гос. техн. Ун-та им. Г.И. Носова, 2016. С. 159.

4. Миндалёв И.В. Моделирование бизнес-процессов с помощью IDEF0, DFD, BPMN за 7 дней: учебное пособие // Красноярск: КрасГАУ, 2016. С. 123.

5. Назарова О.Б., Масленникова О.Е., Наумова У.В. Разработка автоматизированной системы: полный жизненный цикл: учебно-методическое пособие [для вузов] // Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. Магнитогорск, 2020.

УДК 005.336.4: 005.8

ВЛИЯНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ ЦЕННОСТЕЙ НА УСПЕХ ИТ-ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Михеев Андрей Сергеевич, Коврижных Ольга Евгеньевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
andrey.kirov23@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию влияния корпоративных ценностей на управленческую эффективность ИТ-проектов в условиях цифровой трансформации. Рассмотрены ключевые аспекты корпоративной культуры, её роль в формировании рабочей среды, мотивации сотрудников и принятии решений. Особое внимание уделено взаимосвязи между культурными ценностями и успешностью реализации ИТ-проектов, а также роли цифровых технологий в развитии корпоративной культуры. Приведены примеры использования современных ИТ-решений, таких как корпоративные порталы, системы управления талантами и платформы для коммуникации, которые способствуют повышению прозрачности, гибкости и вовлечённости сотрудников. Статья также освещает нестандартные методы формирования корпоративной культуры в ИТ-компаниях, включая тимбилдинги, программы адаптации и создание комфортных условий труда. В заключение подчеркивается, что эффективная корпоративная культура, поддерживаемая цифровизацией, является ключевым фактором успеха ИТ-проектов и конкурентоспособности организаций в цифровой экономике.

Ключевые слова: корпоративные ценности, корпоративная культура, управленческая эффективность, ИТ-проекты, цифровизация

THE IMPACT OF CORPORATE VALUES ON THE SUCCESS OF IT PROJECTS IN THE DIGITAL ECONOMY

Mikheev Andrey Sergeevich, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
andrey.kirov23@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the impact of corporate values on the managerial effectiveness of IT projects in the context of digital transformation. The key aspects of corporate culture, its role in shaping the work environment, employee motivation and decision-making are considered. Special attention is paid to the relationship between cultural values and the success of IT projects, as well as the role of digital technologies in the development of corporate culture. Examples of the use of modern IT solutions such as corporate portals, talent management systems, and communication platforms that enhance transparency, flexibility, and employee

engagement are provided. The article also highlights non-standard methods of corporate culture formation in IT companies, including team building, adaptation programs and the creation of comfortable working conditions. In conclusion, it is emphasized that an effective corporate culture supported by digitalization is a key factor in the success of IT projects and the competitiveness of organizations in the digital economy.

Keywords: corporate values, corporate culture, managerial efficiency, IT projects, digitalization

На текущий момент развития общества более половины населения планеты использует Интернет и информационные технологии в повседневной жизни для обучения и ведения бизнеса. С развитием информационного общества сформировался и новый этап в развитии экономики – цифровая экономика, в которой на первое место выходят информационные технологии, охватившие на текущий момент все сферы экономики и все ее важные процессы [1].

Современные организации все больше стремятся к цифровой трансформации, что требует адаптации управленческих подходов. В условиях роста ИТ-проектов корпоративная культура играет ключевую роль в повышении управленческой эффективности. Однако влияние корпоративной культуры на ИТ-проекты остается недостаточно изученным, что обуславливает актуальность данного исследования.

Корпоративная культура представляет собой объединение ценностей, правил, традиций, символов и обычаев, присущих внутренней среде организации. Эти элементы отражаются как в официальных документах, так и в сознании сотрудников и создаются с целью повышения трудовой эффективности, снижения уровня текучести кадров и, в конечном итоге, увеличения прибыли компании. Данный феномен играет ключевую роль в управленческой эффективности, поскольку формирует благоприятную рабочую атмосферу, стимулирует мотивацию персонала и улучшает качество принятия решений. Сильная корпоративная культура способствует росту производительности, оптимизирует коммуникацию внутри коллектива и повышает преданность сотрудников, что позволяет снизить расходы на адаптацию и обучение новых специалистов. В эпоху цифровизации развитая корпоративная культура становится важным фактором внедрения инновационных технологий, снижая сопротивление изменениям и обеспечивая гибкость управления IT-проектами [2].

ИТ-технологии могут непосредственно способствовать развитию корпоративной культуры. Среди таких решений можно выделить [3]:

1. Корпоративные порталы (например, Microsoft SharePoint, Bitrix24) – способствуют обмену знаниями, коммуникации и координации работы;

2. Системы управления талантами (SAP SuccessFactors, Workday) – помогают в обучении сотрудников, мониторинге их развития и вовлеченности.

3. Чат-боты и цифровые ассистенты – автоматизируют рутинные процессы, обеспечивая удобство работы сотрудников;

4. Платформы для корпоративной коммуникации (Slack, Microsoft Teams) – улучшают взаимодействие между командами и поддерживают культуру открытости.

Цифровизация позволяет не только повышать эффективность работы, но и трансформировать корпоративную культуру. Современные ИТ-решения: повышают прозрачность управленческих процессов; способствуют удалённой и гибридной работе без потери вовлечённости; автоматизируют обратную связь между сотрудниками и руководством; ускоряют адаптацию новых сотрудников за счёт цифровых инструментов онбординга [4].

Цифровизация выступает как драйвером, так и следствием культурных трансформаций. Например, переход на удаленный формат работы потребовал внедрения cloud-решений, что, в свою очередь, культивировало доверие и автономность сотрудников. Одновременно технологии позволяют масштабировать культурные ценности: анализ данных помогает выявлять «узкие места» в коммуникации, а цифровые обучающие платформы – внедрять единые стандарты поведения [5].

Ниже приведены несколько примеров нестандартных методов формирования корпоративной культуры и повышения мотивации в компаниях, занимающихся цифровым производством [6]:

1. Геймификация рабочих процессов:

– Внедрение игровых элементов в повседневную деятельность: создание внутренних онлайн-игр, квизов, челленджей или соревнований по решению технических задач, что помогает стимулировать дух соперничества и командное взаимодействие;

– Использование системы баллов и наград за выполнение рабочих задач, которые можно обменять на дополнительные привилегии, бонусы или участие в эксклюзивных мероприятиях.

2. Виртуальные тимбилдинги и цифровые мероприятия:

– Организация регулярных виртуальных командных встреч, квестов и интерактивных вебинаров, направленных на улучшение коммуникации и сплоченности коллектива;

– Проведение онлайн-воркшопов по развитию личностных и профессиональных навыков, где сотрудники совместно решают творческие и стратегические задачи.

3. Гибкие форматы работы и инновационные пространства.

– Внедрение гибкого графика и возможности удаленной работы с использованием современных IT-решений для контроля и оценки результатов, что создает удобные условия для самореализации каждого сотрудника;

– Создание виртуальных рабочих пространств с элементами дополненной или виртуальной реальности, позволяющих проводить тренинги и симуляции ситуаций в условиях, приближенных к реальным.

4. Программы менторства и кросс-функционального обмена опытом:

– Организация внутренних программ менторства, где опытные сотрудники делятся знаниями с новичками через цифровые платформы;

– Проведение регулярных «воркшопов обмена опытом», где представители различных отделов участвуют в межфункциональных проектах, что способствует формированию кросс-дисциплинарных команд.

5. Социальные инициативы и внутренние инновационные лаборатории:

– Создание инновационных лабораторий, где сотрудники могут предлагать и реализовывать собственные идеи, экспериментировать с новыми технологиями и продуктами компании;

– Реализация корпоративных социальных проектов с использованием цифровых инструментов, направленных на решение актуальных общественных проблем, что повышает вовлеченность и лояльность персонала.

Эти примеры демонстрируют, как цифровые технологии и современные методики управления могут быть интегрированы в корпоративную культуру для повышения мотивации сотрудников и общей эффективности работы компании.

Поощрительные стимулы – не единственный вектор в формировании внутрикорпоративных политик ИТ-компаний. Духовные ценности – стиль руководства, алгоритмы коммуникации, соотношение лидерства и субординации и др. – также важны. В качестве примера можно привести ставшие уже классическими корпоративные постулаты Google:

1. нужно сделать так, чтобы каждый сотрудник почувствовал себя значимым;

2. нужно систематически акцентировать значимость труда каждого сотрудника;

3. нужно нанимать только тех, кто сможет разделять корпоративные ценности;

4. нужно проводить работу с «обеими хвостами» – лучшими и худшими сотрудниками;

5. нужно давать сотрудникам свободу и доверять им [7].

Таким образом, корпоративная культура играет значимую роль в успехе ИТ-проектов, влияя на командное взаимодействие, принятие решений и общий уровень эффективности. Цифровизация позволяет создавать благоприятную

среду для развития корпоративных ценностей и управления проектами. Внедрение современных ИТ-решений становится неотъемлемой частью построения эффективной корпоративной культуры, что способствует росту конкурентоспособности организаций в условиях цифровой экономики.

Источники

1. Коврижных О.Е., Мингалеева О.В. Основные аспекты организационного механизма краудфандинга стартап-проектов в условиях цифровой экономики // Путеводитель предпринимателя. Научно-практическое издание: Сб. науч. трудов. Вып. XLIII. М.: Российская академия предпринимательства, 2019. С. 103-108.
2. Куликова В.В., Бадаева И.А. Диагностика корпоративной культуры в организации // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. №2. С. 89-92.
3. Цифровая корпоративная культура: компетенции, принципы, инструменты [Электронный ресурс]. https://www.computerra.ru/309813/tsifrovaya-korporativnaya-kultura-kompetentsii-printsipy-instrumenty/
4. Магомедов А.А., Алиева П.Р. Корпоративная культура // Московский экономический журнал. 2022. №8. С. 437-436.
5. Влияние корпоративной культуры на производительность и прибыль [Электронный ресурс]. https://ast-academy.ru/blog/vlianie_korporativnoj_kultury_na_proizvoditelnost_i_pribyl/
6. Караманянц М.Б. Влияние корпоративной культуры на производительность IT-компаний // Экономика строительства. 2023. № 11. С. 28-31.
7. Почему корпоративная культура важна в IT-компании? [Электронный ресурс]. https://vc.ru/u/1010278-wezom/354778-pochemukorporativnaya-kultura-vazhna-v-it-kompanii

УДК 004.622: 004.942: 658.5

КОМПОНЕНТЫ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ: ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Михеев Андрей Сергеевич, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
andrey.kirov23@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности применения облачных технологий для разработки и функционирования цифровых двойников предприятий. Анализируются ключевые преимущества облачных решений, включая масштабируемость, экономическую эффективность и возможность интеграции с другими цифровыми системами. Также обсуждаются проблемы и перспективы использования облачных платформ в данной области. Представлены результаты исследования, демонстрирующие эффективность облачных решений при управлении цифровыми двойниками в различных отраслях.

Ключевые слова: облачные технологии, цифровые двойники, автоматизация, цифровая трансформация, промышленный интернет вещей, облачные платформы.

COMPONENTS OF THE COMPANY'S DIGITAL TWINS: CLOUD TECHNOLOGIES

Mikheev Andrey Sergeevich, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Kazan, Russia
andrey.kirov23@mail.ru

Abstract. The article discusses the specifics of using cloud technologies for the development and operation of digital twins of enterprises. The key advantages of cloud solutions are analyzed, including scalability, cost-effectiveness, and the ability to integrate with other digital systems. The problems and prospects of using cloud platforms in this area are also discussed. The results of a study demonstrating the effectiveness of cloud solutions in managing digital counterparts in various industries are presented.

Keywords: cloud technologies, digital twins, automation, digital transformation, industrial Internet of things, cloud platforms.

Цифровая трансформация предприятий приводит к активному внедрению технологий, направленных на повышение эффективности, оптимизацию процессов и сокращение издержек. Одной из ключевых технологий, обеспечивающих эти изменения, являются цифровые двойники – виртуальные модели реальных объектов, синхронизированные с ними в режиме реального

времени. Их использование позволяет моделировать процессы, анализировать данные и прогнозировать поведение систем. Компоненты цифрового двойника предприятия представлены на рис. 1.

Рис. 1. Компоненты цифрового двойника

Одним из основных элементов архитектуры цифровых двойников являются облачные технологии. Они обеспечивают вычислительные ресурсы, хранилища данных, средства интеграции и аналитики, позволяя предприятиям получать оперативный доступ к информации, управлять моделями и автоматизировать процессы. Однако, несмотря на очевидные преимущества, внедрение облачных технологий в цифровые двойники сопровождается рядом вызовов, таких как вопросы кибербезопасности, сложность интеграции с существующими системами и высокая зависимость от интернет-инфраструктуры.

Облачные технологии обеспечивают централизованное управление цифровыми двойниками, предоставляя возможность обработки больших объемов данных, моделирования процессов и автоматического обновления информации. Основными функциями облачных решений в цифровых двойниках являются:

– хранение данных (облачные платформы позволяют сохранять и обрабатывать информацию, полученную от датчиков, IoT-устройств и других источников);

– вычисления и симуляции (использование облачных вычислений позволяет проводить сложные аналитические расчеты без необходимости локального развертывания мощных серверов);

– интеграция с другими системами (облачные решения легко взаимодействуют с ERP, CRM и другими корпоративными системами, обеспечивая обмен данными в режиме реального времени);

– аналитика и прогнозирование (современные облачные платформы поддерживают искусственный интеллект и машинное обучение, что позволяет использовать цифровые двойники для предиктивного анализа и оптимизации процессов).

Облачные технологии, применяемые в цифровых двойниках, можно разделить на несколько категорий:

– по функциональному назначению (платформы для сбора и обработки данных, решения для моделирования и симуляции, аналитические инструменты, визуализационные платформы);

– по типу предоставляемых услуг (IaaS, PaaS, SaaS);

– по типу развертывания (публичные облака, частные облака, гибридные облака) (рис. 2).

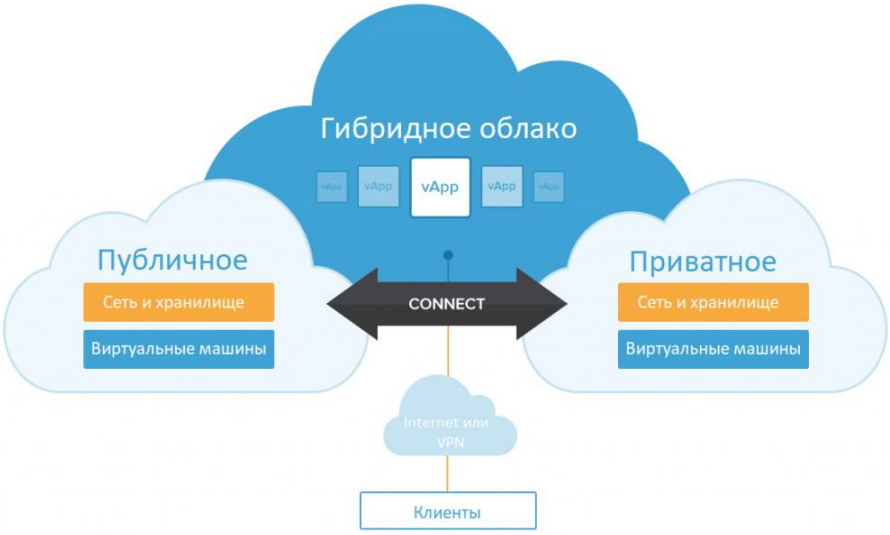


Рис. 2. Классификация облачных технологий по типу развертывания

Облачные цифровые двойники находят широкое применение в различных отраслях, обеспечивая предприятиям возможность анализа данных в реальном времени, оптимизации процессов и повышения эффективности работы. В промышленности компании, такие как Siemens, используют облачные технологии для мониторинга производственных линий, что позволяет предсказывать возможные поломки оборудования и предотвращать простои. В энергетическом секторе General Electric разрабатывает цифровые двойники

электростанций, обеспечивая эффективное управление энергопотреблением и снижая эксплуатационные расходы. В сфере транспорта и логистики компания DHL внедрила облачные цифровые двойники для оптимизации цепочек поставок и управления маршрутами доставки, что способствует сокращению времени перевозки грузов и снижению затрат. В городском хозяйстве одним из примеров является цифровой двойник Сингапура, созданный для моделирования транспортных потоков, управления инфраструктурой и прогнозирования потребления ресурсов, что помогает городским службам более эффективно планировать развитие мегаполиса. Все эти примеры демонстрируют, что облачные технологии в цифровых двойниках способны значительно повысить уровень автоматизации, точность прогнозирования и оперативность принятия решений в различных сферах экономики.

Таким образом, облачные технологии являются важным компонентом цифровых двойников предприятий, обеспечивая их эффективное управление, анализ данных и автоматизацию процессов. Несмотря на существующие вызовы, такие как вопросы безопасности и интеграции, облачные решения обладают значительным потенциалом для дальнейшего развития и массового внедрения.

Источники

1. Сафина К.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: Облачные технологии // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 494-497.
2. Погорельская Е.Ю., Штаб Ф.В. Цифровые двойники и новая информационная этика // Вестник Гуманитарного университета. 2023. №4. С. 70-76.
3. Денисов С.Г. Влияние трендов облачных технологий и периферийных вычислений на технологии цифровых двойников // Бюллетень инновационных технологий. 2023. Т. 7. № 3(27). С. 9-13.
4. Сомайе М., Питер В.Ш., Биргит Б., Челлури Р.С. Применение цифровых двойников в промышленности // Современная электроника. 2022. №8. С. 34-41.
5. Облачные технологии: возможности, принципы работы, модели развертывания [Электронный ресурс]. https://gitinsky.com/oblachnye-tekhnologii
6. Облачные технологии 2025: ключевые тренды по мнению специалистов Рексофт [Электронный ресурс]. https://dzen.ru/a/Z5oKtC-WLUbuHnBZ

УДК 004.89:711.4

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ЭКОСИСТЕМЫ УМНОГО ГОРОДА: ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Москвин Андрей Дмитриевич, Петросян Лусинэ Эдуардовна
ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Москва, Россия
moskvin333@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется разработка цифрового двойника экосистемы умного города, уделяя внимание интеграции информационных систем и моделированию в реальном времени. Описаны теоретические основы, методология, практическое применение на примере Виртуального Сингапура, а также ключевые вызовы и перспективы развития технологии.

Ключевые слова: цифровой двойник, умный город, информационные системы, моделирование в реальном времени, Виртуальный Сингапур

DEVELOPMENT OF A DIGITAL TWIN FOR A SMART CITY ECOSYSTEM: INTEGRATION OF INFORMATION SYSTEMS AND REAL-TIME MODELING

Moskvin Andrej Dmitrievich, Petrosyan Lusine Eduardovna
Moscow State University of Technology and Management, Moscow, Russia
moskvin333@mail.ru

Abstract. This article explores the development of a digital twin for a smart city ecosystem, focusing on the integration of information systems and real-time modeling. It discusses theoretical foundations, methodology, practical applications exemplified by Virtual Singapore, and addresses key challenges and future prospects.

Keywords: digital twin, smart city, information systems, real-time modeling, Virtual Singapore

Цифровые двойники представляют собой виртуальные модели физических систем, которые обновляются в реальном времени на основе данных, поступающих из реального мира [1]. В контексте умных городов они становятся инструментом для управления сложными экосистемами, включая транспорт, энергетику и социальные процессы, улучшая планирование и качество жизни жителей [2]. Эта статья посвящена разработке цифрового двойника для умного города, с акцентом на интеграцию информационных систем, таких как геоинформационные системы (GIS), моделирование зданий (BIM) и Интернет вещей (IoT), а также моделирование в реальном времени для оперативных решений. Примеры вроде Виртуального Сингапура демонстрируют успехи технологии, однако остаются вызовы, такие как безопасность данных и совместимость систем, требующие дальнейшего изучения [3].

Теоретические основы.

Цифровой двойник представляет собой динамическую модель, которая отражает состояние физической системы в виртуальной среде [1]. В умных городах он включает в себя широкий спектр элементов: здания, дороги, энергосистемы, транспортные потоки и даже поведение населения. Его структура состоит из нескольких уровней:

– физический слой: реальный город с его инфраструктурой и жителями;

– слой данных: информация, поступающая от датчиков, камер, спутников и административных баз данных;

– интеграционный слой: технологии, объединяющие разрозненные данные в единую модель;

– слой симуляции: алгоритмы, позволяющие моделировать процессы, такие как движение транспорта или потребление энергии;

– слой визуализации и взаимодействия: интерфейсы, включая 3D-модели и дополненную реальность, для работы с данными [3].

Интеграция информационных систем – один из ключевых элементов цифрового двойника. Например, геоинформационные системы (GIS) собирают пространственные данные о расположении объектов, системы моделирования зданий (BIM) предоставляют детализированные модели зданий, а устройства Интернета вещей (IoT) обеспечивают поток данных в реальном времени, таких как температура, уровень загрязнения или интенсивность трафика [4]. Однако интеграция сталкивается с проблемами: данные поступают в разных форматах, часто изолированы в отдельных системах, что требует стандартизации (например, использования форматов IFC или COBie) и разработки промежуточных программных решений [5].

Моделирование в реальном времени добавляет еще один уровень сложности. Оно предполагает постоянное обновление цифрового двойника на основе поступающих данных, что позволяет, например, предсказывать пробки или оценивать последствия отключения электроэнергии. Для этого необходимы мощные вычислительные ресурсы, такие как облачные платформы, а также алгоритмы искусственного интеллекта, способные анализировать большие объемы данных и выдавать точные прогнозы [6].

Методология разработки.

Процесс создания цифрового двойника включает несколько этапов:

– сбор данных: информация поступает от датчиков (трафик, температура), спутников (карты) и муниципальных баз (статистика) [7];

– интеграция данных: данные очищаются, нормализуются и объединяются в единую систему, что требует программных решений для обработки разноформатной информации [5];

– создание моделей: разрабатываются виртуальные копии – 3D-модели зданий, симуляции транспортных потоков или энергосетей, часто с использованием ПО вроде ArcGIS или Autodesk Revit [8];

– симуляция: проводятся тесты сценариев, например, влияние нового здания на трафик [4];

– визуализация и обновление: модель визуализируется через интерфейсы (включая VR) и обновляется новыми данными [6].

Технологии включают GIS для картографирования, BIM для инфраструктуры, IoT для данных в реальном времени и ИИ для анализа и предсказаний [9].

Практические применения.

Цифровые двойники используются в управлении умными городами:

– управление трафиком: виртуальная модель анализирует данные с камер и датчиков для оптимизации светофоров и снижения пробок. В Сингапуре она прогнозирует транспортные потоки в реальном времени [4];

– энергоэффективность: отслеживает энергопотребление зданий, предлагая решения для экономии. В Нью-Йорке оптимизируют работу небоскребов [2];

– управление катастрофами: симулирует наводнения или землетрясения для подготовки планов эвакуации. В Дубае тестируют сценарии ЧС [10];

– городское планирование: моделирует влияние новых районов на транспорт и экологию для принятия решений [8].

Одним из самых известных примеров является Виртуальный Сингапур, запущенный в 2014 году Национальным исследовательским фондом Сингапура [4]. Этот цифровой двойник представляет собой 3D-модель города, объединяющую данные о землепользовании, транспорте, климате и демографии. Платформа используется для планирования новых районов, управления трафиком и подготовки к чрезвычайным ситуациям, таким как наводнения или пожары. Например, власти могут смоделировать, как рост населения в определенном районе повлияет на транспортную сеть, и заранее спланировать новые автобусные маршруты или станции метро. Этот кейс демонстрирует, как интеграция данных и моделирование в реальном времени могут трансформировать управление городом [4].

Вызовы и перспективы.

Несмотря на потенциал, внедрение цифровых двойников сталкивается с рядом проблем:

– безопасность данных: огромные объемы информации, включая личные данные жителей, требуют надежной защиты от утечек и кибератак [5];

– совместимость систем: разные форматы данных и устаревшие технологии в интеллектуальных системах затрудняют интеграцию [7];

– масштабируемость: чем больше город, тем сложнее обрабатывать данные и поддерживать модель в актуальном состоянии [6];

– затраты: создание и обслуживание цифрового двойника требует значительных инвестиций в оборудование, ПО и обучение персонала [10].

Перспективы развития включают:

– ИИ и машинное обучение: алгоритмы помогут точнее предсказывать события, такие как пики потребления энергии или транспортные заторы [9];

– 5G и блокчейн: новые технологии улучшат скорость передачи данных и их безопасность [6].

Цифровой двойник экосистемы умного города, основанный на интеграции информационных систем и моделировании в реальном времени, открывает новые горизонты для управления городской средой. Он позволяет не только отслеживать текущее состояние города, но и предсказывать будущее, тестировать сценарии и оптимизировать ресурсы – от энергии до транспортных потоков [1]. Примеры, такие как Виртуальный Сингапур, показывают, что технология уже работает, но её широкое внедрение требует решения проблем безопасности, совместимости и масштабируемости. В будущем цифровые двойники могут стать основой устойчивых, эффективных и комфортных городов, где технологии служат интересам каждого жителя [2].

Источники

1. Tao F., Zhang M., Liu Y., Nee A.Y.C. Digital twin in industry: State-of-the-art // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2019. Vol. 15. № 4. PP. 2405-2415.

2. Deren L., Wenbo Y., Shao Z. Smart city based on digital twins // Computational Urban Science. 2021. Vol. 1. № 1. PP. 4.

3. White G., Zink A., Codecá L., Clarke S. A digital twin smart city for citizen feedback // Cities. 2021. Vol. 110. PP. 103064.

4. Parilusyan A. Meet Virtual Singapore, the city’s 3D digital twin // GovInsider. 2018.

5. Deng T., Zhang K., Shen Z.J.M. A systematic review of a digital twin city: A new pattern of urban governance toward smart cities // Journal of Management Science and Engineering. 2021. Vol. 6. № 2. PP. 125-134.

6. Liu M., Fang S., Dong H., Xu C. Review of digital twin about concepts, technologies, and industrial applications // Journal of Manufacturing Systems. – 2021. Vol. 58. PP. 346-361.

7. Boje C., Guerriero A., Kubicki S., Rezgui Y. Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research // Automation in Construction. 2020. Vol. 114. PP. 103179.

8. Shahat E., Hyun C.T., Yeom C. City digital twin potentials: A review and research agenda // Sustainability. 2021. Vol. 13. № 6. PP. 3386.

9. Fuller A., Fan Z., Day C., Barlow C. Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research // IEEE Access. 2020. Vol. 8. PP. 108952-108971.

10. Petrova-Antonova D., Ilieva S. Digital twins in smart cities: Applications and benefits // 2021 IEEE International Conference on Smart Cities (IEEE Smart Cities). 2021. PP. 1-6.

УДК 004.7:65.012.4

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Мутаев Ильназ Ильгизович, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», Казань, Россия
mutaevii@mail.ru

Аннотация. Цифровые двойники, представляющие собой динамические виртуальные копии физических объектов, стали неотъемлемым элементом цифровой трансформации промышленности. Технология обеспечивает непрерывный мониторинг состояния оборудования, прогнозирование его поведения и оптимизацию жизненного цикла. В статье рассматриваются универсальные преимущества цифровых двойников, включая снижение эксплуатационных затрат, повышение надежности систем и ускорение внедрения инноваций. Особое внимание уделено межотраслевому применению технологии, что подтверждает её потенциал для различных сфер промышленности.

Ключевые слова: цифровой двойник, предиктивная аналитика, оптимизация процессов, промышленная цифровизация, IoT.

DIGITAL TWINS OF EQUIPMENT

Mutaev Ilnaz Ilgizovich, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Kazan, Russia
mutaevii@mail.ru

Abstract. Digital twins, which are dynamic virtual replicas of physical objects, have become an integral element of the digital transformation of industry. The technology enables continuous monitoring of equipment status, predicting its behaviour and optimising its lifecycle. The article discusses the universal benefits of digital twins, including reduced operating costs, increased system reliability and accelerated innovation. Particular attention is paid to cross-industry applications of the technology, which confirms its potential for various industries.

Keywords: digital twin, predictive analytics, process optimisation, industrial digitalisation, IoT.

Цифровые двойники оборудования, возникшие на стыке IoT, машинного обучения и облачных технологий, переопределяют подходы к управлению производственными активами. В отличие от традиционных статических моделей, эти виртуальные копии непрерывно обновляются данными с датчиков, формируя «живую» цифровую проекцию физического объекта. Такая синергия позволяет не только отслеживать текущее состояние оборудования, но

и моделировать его поведение в различных сценариях – от планового обслуживания до экстремальных рабочих условий.

Для иллюстрации возможностей технологии рассмотрим газотурбинную установку (ГТУ), используемую в энергетике. Цифровой двойник такой системы объединяет данные с сотен датчиков, отслеживающих температуру, давление, вибрации и расход топлива. Например, на ТЭЦ в Новосибирске внедрение цифрового двойника ГТУ Siemens SGT-800 позволило:

– прогнозировать износ лопаток турбины за 3–4 месяца до критического состояния;

– оптимизировать топливную смесь, сократив выбросы CO_2 на 12%;

– снизить частоту плановых остановок на 20% за счет анализа данных в реальном времени.

Визуализация цифрового двойника (рис. 1) отображает «горячие точки» износа, прогнозируемые сбои и рекомендации по корректировке режимов работы. Это позволяет инженерам принимать решения на основе точных данных, а не эмпирических допущений.

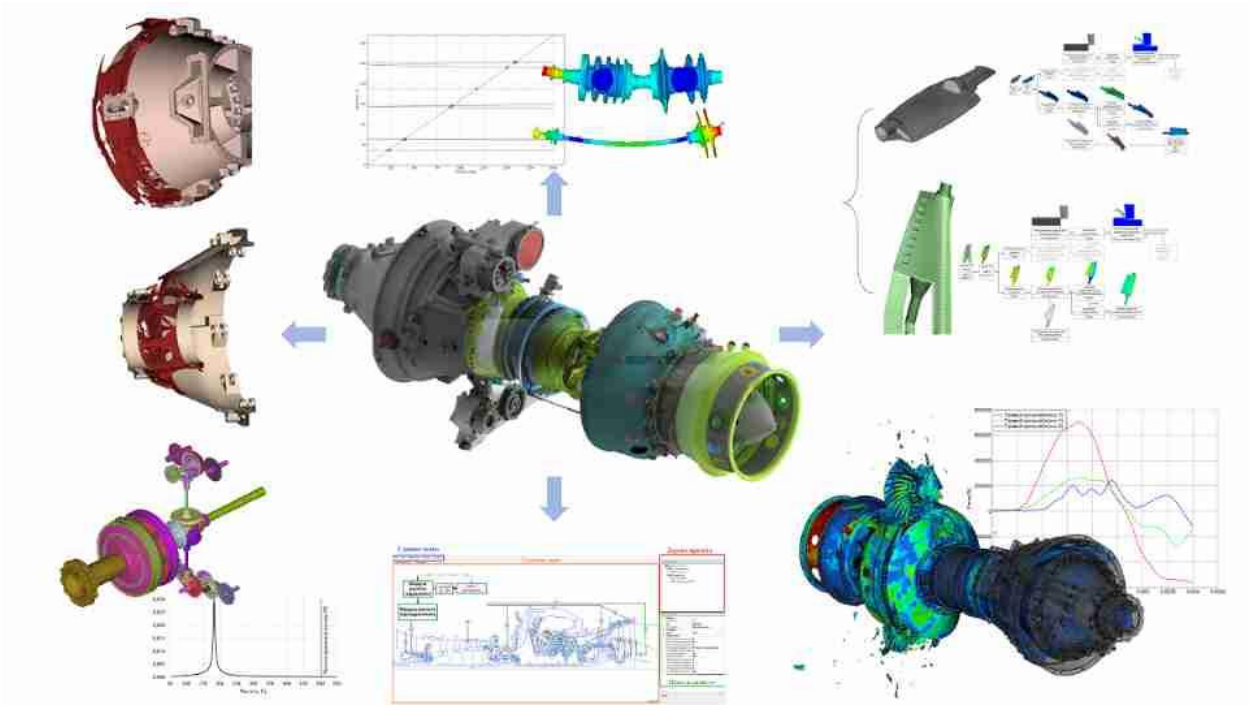


Рис. 1. Цифровой двойник газотурбинной установки: визуализация температурных режимов и прогнозируемого износа компонентов.

Главная ценность технологии кроется в её универсальности. Независимо от типа оборудования – будь то энергетические турбины, конвейерные линии или системы очистки – цифровой двойник становится инструментом для преодоления ключевых промышленных вызовов. Прогнозные алгоритмы, обученные на исторических данных, предсказывают остаточный ресурс

компонентов с точностью до 95%, что существенно повышает безопасность и рентабельность эксплуатации.

Цифровые двойники оборудования продолжают эволюционировать. Одним из ключевых направлений станет их интеграция с искусственным интеллектом, что позволит не только прогнозировать износ компонентов, но и автоматически корректировать режимы работы оборудования – например, оптимизировать энергопотребление или предотвращать аварии. Развитие IoT-сетей и внедрение 5G повысят точность моделей за счет мгновенной передачи данных с тысяч датчиков, делая цифровые двойники незаменимыми для управления критически важными объектами.

Важную роль технология сыграет в достижении целей устойчивого развития. Анализируя углеродный след и расход ресурсов, цифровые двойники помогут предприятиям сокращать выбросы без потери производительности. Уже сегодня авиационные компании используют такие системы для снижения расхода топлива, а в ближайшем будущем это станет стандартом для всех отраслей. Параллельно растет спрос на гибкие производства, где виртуальные модели позволяют мгновенно перенастраивать линии под индивидуальные заказы.

Перспективы связаны и с улучшением взаимодействия человека с оборудованием. Технологии дополненной реальности, интегрированные с цифровыми двойниками, дадут операторам возможность визуализировать данные прямо на рабочих местах, получая подсказки по ремонту или настройке в режиме реального времени.

Ключевой проблемой при внедрении цифровых двойников остаётся обеспечение кибербезопасности, особенно в условиях роста числа кибератак на промышленные объекты. Утечки данных или несанкционированное вмешательство в алгоритмы способны нарушить работу систем, приводя к простоям и аварийным ситуациям. Параллельно сохраняется проблема интеграции устаревшего оборудования с современными цифровыми платформами, что требует дополнительных ресурсов для разработки адаптивных решений и увеличивает сроки внедрения технологий.

Несмотря на эти сложности, цифровые двойники становятся неотъемлемой частью промышленной экосистемы. Согласно исследованию PwC, 65% предприятий тяжелой промышленности к 2027 году планируют масштабировать технологию на все ключевые активы. Экономическая целесообразность подтверждается практикой: на ряде производственных объектов синхронизация цифровых двойников с системами управления сократила затраты на техническое обслуживание на 18–25% ежегодно.

Таким образом, образом, следует отметить, что цифровые двойники оборудования доказали свою эффективность как инструмент цифровизации,

объединив мониторинг, прогнозирование и оптимизацию в единую экосистему. Пример газотурбинной установки наглядно демонстрирует, как технология сокращает эксплуатационные риски, повышает энергоэффективность и продлевает жизненный цикл сложных систем. Несмотря на необходимость решения вопросов кибербезопасности и стандартизации, цифровые двойники уже сегодня становятся неотъемлемой частью промышленной инфраструктуры, формируя основу для устойчивого и адаптивного производства.

Источники

1. Зинатуллина Р.Р., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники автоматизированных систем управления технологическими процессами // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 187-191.
2. Салимов Р.Р., Смирнов Ю.Н. Управления технологическими процессами в цифровых двойниках предприятия // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 474-478.
3. Семенов М.А., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники систем управления технологическими процессами // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 506-508.
4. Зарипова Р.С., Валеева Ю.С., Смирнов Ю.Н. [и др.] Цифровые технологии в решении проблем современности // Монография, Казань, 2023. 298 с.
5. Смирнов Ю.Н., Зиганшин Э.Ш., Каляшина А.В. Цифровые технологии в процессах управления предприятием и технологическими процессами // Цифровые технологии в решении проблем современности. 2023. С. 7-24.
6. Смирнов Ю.Н., Каляшина А.В. Роль математического моделирования при цифровизации технологических процессов // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 116-119.
7. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 207-210.

УДК 004.4

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ INDUSTRY 4.0: ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕСА ЧЕРЕЗ ВИРТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ

Мухаметзянов Ильназ Искандэрович, Филимонова Тамара Константиновна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ilnaz.mmm@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется роль цифровых двойников как ключевого элемента Industry 4.0. Рассматриваются принципы их работы, основанные на IoT, ИИ и больших данных, а также практическое применение в промышленности и умных городах. Анализируются проблемы внедрения (высокая стоимость, вопросы безопасности) и перспективы развития (5G, edge-вычисления). Материал адресован ИТ-специалистам и руководителям, заинтересованным в цифровой трансформации бизнеса.

Ключевые слова: цифровые двойники, цифровая экосистема, интернет вещей, цифровая трансформация, умное производство, PLM-системы, кибербезопасность

DIGITAL TWINS AS A KEY ELEMENT OF INDUSTRY 4.0: BUSINESS TRANSFORMATION THROUGH VIRTUAL MODELS

Mukhametzyanov Ilnaz Iskanderovich, Filimonova Tamara Konstantinovna
KSPEU, Kazan, Russia
ilnaz.mmm@mail.ru

Abstract. The article explores the role of digital twins as a key element of Industry 4.0. It examines the principles of their work based on IoT, AI and big data, as well as practical applications in industry and smart cities. The problems of implementation (high cost, security issues) and development prospects (5G, edge computing) are analyzed. The material is addressed to IT specialists and managers interested in digital business transformation.

Keywords: digital twins, digital ecosystem, Internet of things, digital transformation, smart manufacturing, PLM systems, cybersecurity

Современный мир стремительно движется к цифровизации всех сфер жизни, и промышленность не является исключением. Четвертая промышленная революция (Industry 4.0) привносит новые технологии, такие как интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ) и большие данные, которые меняют подходы к управлению производством, логистикой и даже целыми городами. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является концепция цифровых двойников (Digital Twins) – виртуальных копий

физических объектов, процессов или систем, позволяющих анализировать, оптимизировать и прогнозировать их поведение в реальном времени.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, внедрение цифровых двойников сталкивается с рядом проблем: высокая стоимость разработки, сложность интеграции с существующими информационными системами, вопросы безопасности данных и недостаток квалифицированных кадров. В данной статье мы рассмотрим, как цифровые двойники становятся неотъемлемой частью цифровых экосистем, какие технологии лежат в их основе и как компании могут эффективно использовать их для повышения эффективности бизнес-процессов.

Что такое цифровой двойник и как он работает?

Цифровой двойник – это динамическая цифровая модель физического объекта или системы, которая синхронизируется с реальным миром через датчики, IoT-устройства и другие источники данных [1]. Он позволяет:

– моделировать поведение объекта в различных условиях;

– прогнозировать возможные сбои и оптимизировать работу;

– тестировать изменения без риска для реального оборудования.

Информационные системы и цифровые экосистемы как основа для цифровых двойников.

Для работы цифровых двойников необходима мощная IT-инфраструктура, включающая:

– PLM-системы (Product Lifecycle Management) – управление жизненным циклом продукта;

– ERP и MES – системы планирования ресурсов и управления производством;

– облачные платформы (Microsoft Azure Digital Twins, Siemens MindSphere) для обработки больших данных.

Цифровая экосистема объединяет эти компоненты, обеспечивая бесперебойный обмен информацией между физическим и виртуальным миром.

Проблемы и перспективы внедрения [4-6]. Основные вызовы:

– высокие затраты на разработку и поддержку;

– необходимость стандартизации данных для совместимости систем;

– кибербезопасность – защита цифровых двойников от взломов.

Перспективы:

– развитие ИИ и машинного обучения повысит точность прогнозов;

– 5G и edge-вычисления ускорят обработку данных в реальном времени;

– цифровые двойники станут основой для автономных фабрик и умных городов.

Цифровые двойники – это не просто технологическая инновация, а фундаментальный инструмент трансформации бизнеса в эпоху Industry 4.0.

Несмотря на существующие сложности, их внедрение открывает новые возможности для оптимизации производства, снижения затрат и повышения конкурентоспособности компаний [2, 3]. С развитием IoT, облачных технологий и искусственного интеллекта цифровые двойники станут еще более точными и доступными, что позволит предприятиям быстрее адаптироваться к изменениям рынка. Уже сегодня компании, инвестирующие в эту технологию, получают значительное преимущество, и в ближайшие годы ее роль будет только расти.

Источники

1. Зинатуллина Р.Р., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники автоматизированных систем управления технологическими процессами // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 187-191.
2. Мухаметзянов И.И., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники предприятий: цифровое предприятие на основе имитационной модели потока создания // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 358-360.
3. Нигматуллин А.Ф., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники предприятий: киберфизические системы и робототехника // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 377-380.
4. Хайруллин А.М., Зарипова Р.С. Промышленный интернет вещей как основа перехода к индустрии 4.0 // Достижения и приложения современной информатики, математики и физики: материалы VII Всероссийской научно-практической заочной конференции. 2018. С. 362-366.
5. Гнездицкий М.А., Зарипова Р.С. Промышленный интернет вещей как механизм реализации концепции «Индустрия 4.0» // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 5. С. 193-196.
6. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

УДК 004.9

ПРИОРИТЕТНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Мухаметшин Радмир Данирович, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
muhametsinradmir58@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются технологии аддитивного производства как ключевой элемент цифровой трансформации промышленности. Анализируются основные виды аддитивных технологий, их преимущества, области применения и текущие ограничения. На основе данных из научных источников обосновывается приоритетность аддитивных технологий в контексте современных производственных вызовов.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, цифровое производство, стереолитография, перспективы развития.

THE PRIORITY OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF MODERN INDUSTRY

Mukhametshin Radmir Danirovich, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
muhametsinradmir58@gmail.com

Abstract. The article discusses additive manufacturing technologies as a key element of the digital transformation of industry. The main types of additive technologies, their advantages, applications and current limitations are analyzed. Based on data from scientific sources, the author substantiates the priority of additive technologies in the context of modern production challenges.

Keywords: additive technologies, 3D printing, digital production, stereolithography, development prospects.

Аддитивные технологии (АТ), основанные на послойном синтезе объектов, стали символом четвертой промышленной революции. Их роль в цифровизации производства заключена в возможности создания сложных геометрических форм, сокращении материальных отходов и ускорении цикла разработки и создания изделий. Согласно исследованиям, к 2025 году доля АТ в глобальном производстве может достичь 15%, что подтверждает их стратегическую значимость [1]. В данной статье рассматриваются ключевые аспекты аддитивных технологий, их текущее состояние и перспективы.

Аддитивный технологический процесс – это процесс изготовления деталей, основанный на создании объектов путем добавления материала, как правило слой за слоем (рис. 1) [2].

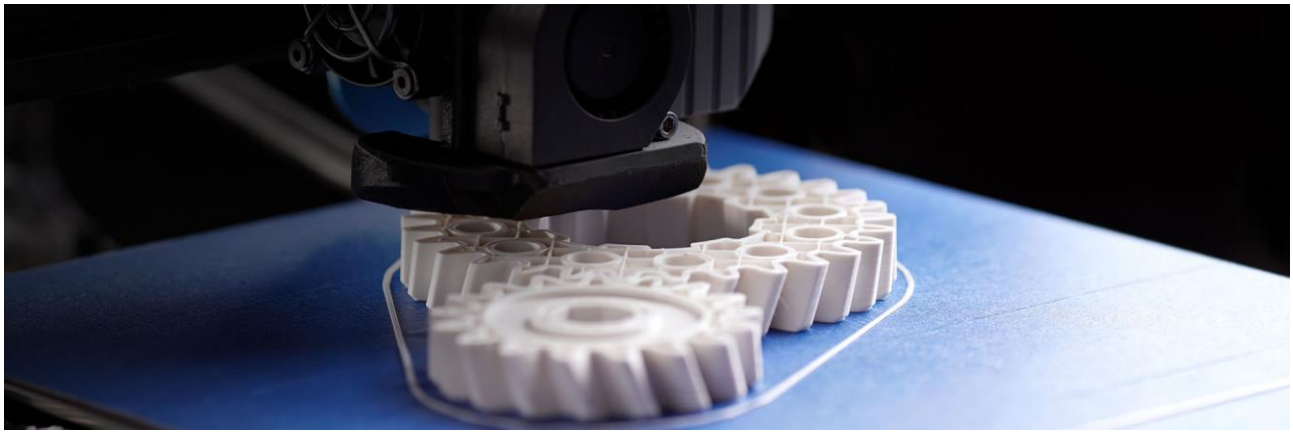


Рис. 1. Создание детали на 3D принтере

Современные АТ представлены множеством методов, каждый из которых имеет свои уникальные особенности:

Стереолитография (SL) – первая коммерчески успешная технология, использующая ультрафиолетовый лазер для полимеризации жидких фотополимеров. Установки SLA обеспечивают высокую точность (до 0,025 мм) и применяются в ювелирном деле и медицине [3].

Селективное лазерное спекание (SLS) – метод, основанный на спекании порошковых материалов (полимеры, металлы). Преимущество SLS – отсутствие необходимости в опорных структурах, что упрощает постобработку, исключая из нее удаление этих структур [4].

Fused Deposition Modeling (FDM) – послойное нанесение термопластов через экструзионную головку. Технология популярна благодаря низкой стоимости оборудования и возможности использования ABS-пластиков [5].

3D-печать на основе порошковых материалов – включает в себя технологии типа ZPrinter, где связующее вещество наносится струйным методом. Такие системы позволяют создавать цветные модели и используются в архитектурном макетировании [6].

Эти методы доказывают приоритетность АТ по сравнению с традиционными субтрактивными методами.

Сокращение времени производства – переход от CAD-модели к готовому изделию намного быстрее (занимает часы вместо недель).

Экономия материалов – отсутствие отходов при обработке заготовок.

Гибкость дизайна – возможность создания изделий с внутренними полостями и сложной топологией.

По этим причинам аддитивные технологии позволяют сэкономить ресурсы, например, при строительстве тех или иных сооружений (рис. 2).

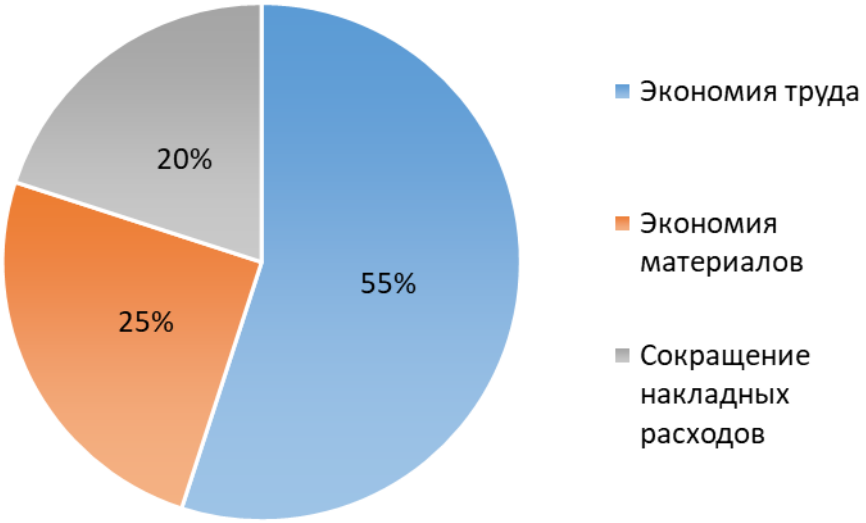


Рис. 2. Экономия ресурсов при использовании АТ в строительстве

Основные области применения:

Машиностроение – АТ в машиностроении позволяют создавать детали, используя 3D-моделирование и печать (в частности производство гидравлических клапанов, деталей ДВС).

Медицина – изготовление персонализированных имплантов и протезов.

Строительство – 3D-печать элементов зданий из специальной смеси [1, 3].

Несмотря на потенциал, АТ имеют свои ограничения:

Высокая стоимость оборудования – например, стереолитографические установки SLA-7000 оцениваются в $800 тыс. [4].

Ограниченная номенклатура материалов – для печати деталей подходят далеко не все материалы, также для металлической печати требуются специализированные порошки.

Необходимость постобработки – удаление опорных структур (при необходимости) и шлифовка готового изделия увеличивают трудозатраты [3].

АТ имеют перед собой большие перспективы развития:

Интеграция с ИИ – алгоритмы машинного обучения оптимизируют параметры печати и прогнозируют дефекты, что значительно ускоряет и упрощает производство.

4D-печать – создание объектов, меняющих форму под внешним воздействием (температура, влажность).

Новые материалы – разработка композитов с улучшенными механическими свойствами, включая нанопорошки [5].

Образование – внедрение АТ в учебные программы для подготовки инженеров, как это реализовано в Университете ИТМО [6].

Аддитивные технологии становятся основой цифрового производства, упрощая, а также делая его более индивидуализированным и устойчивым. Уже сегодня АТ демонстрируют потенциал для помощи в развитии ключевых отраслей – от медицины и строительства до аэрокосмической промышленности. Однако, решение текущих проблем, таких как высокая стоимость и ограниченная скорость, требует междисциплинарного подхода.

Источники

1. Хамитов А.Р., Шарипов И.И. Технологии аддитивного производства как наиболее приоритетные современные цифровые технологии // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IX Национальной научно-практической конференции, посвященной 55-летию КГЭУ, Казань, 2024. С. 637-639.

2. ГОСТ Р 57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015. Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения. Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2017. С. 1

3. Валетов В.А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы): Учебное пособие // Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. С. 58.

4. Валетов В.А., Бобцова С.В. Изготовление пресс-форм с помощью RP - технологий // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2004. № 15. С. 306-308.

5. Гарретт Б., Кэмпбелл Т., Тиббитс С. Программируемый мир // В мире науки. 2015. № 1. С. 68-75.

6. Рукавишников А.А., Прец М.А. Особенности подготовки специалистов для цифрового проектирования // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. Матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф., Казань, 2022. С. 220-223.

УДК 004

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И МОДЕЛИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ, РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Мырадов Пальван Сахетмырадович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
pvm87818@gmail.com

Аннотация. В статье представлен комплексный анализ теоретических основ, методологических подходов и практических аспектов разработки цифровых систем. Рассмотрены модели цифровых устройств, современные средства автоматизированного проектирования (CAD), методы тестирования и верификации, а также примеры использования в различных отраслях.

Ключевые слова: модель, проектирования, цифровая, разработка, интеграция.

DIGITAL SYSTEMS AND MODELS: THEORY AND PRACTICE OF DESIGN, DEVELOPMENT AND USAGE

Myradov Palvan Sahetmyradovich
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
pvm87818@gmail.com

Abstract. This article presents a comprehensive analysis of the theoretical foundations, methodological approaches, and practical aspects of digital systems development. It examines digital device models, modern Computer-Aided Design (CAD) tools, testing and verification methods, and examples of their use in various industries.

Keywords: model, design, digital, development, integration.

Цифровые системы являются неотъемлемой частью современной инфраструктуры, охватывая области вычислительной техники, телекоммуникаций, автоматизированного производства, медицины и транспорта. Сложность современных устройств требует комплексного подхода, включающего как теоретические исследования, так и практическую реализацию. Современные тенденции, такие как массовая интеграция интеллектуальных алгоритмов, способствуют формированию новых парадигм в проектировании и эксплуатации цифровых систем.

Теоретические основы цифровых систем и моделей.

Цифровая система представляет собой совокупность аппаратных и программных средств, предназначенных для обработки, хранения и передачи

информации в виде дискретных сигналов. Основные компоненты цифровых систем включают:

– центральные процессорные устройства (CPU, GPU): осуществляющие выполнение алгоритмов;

– память и системы хранения данных: от оперативной памяти до долговременных носителей;

– системы ввода/вывода: для взаимодействия с пользователем и периферийными устройствами;

– сетевые компоненты: обеспечивающие обмен информацией между системами и узлами.

Классификация моделей цифровых систем.

Моделирование позволяет абстрагироваться от физических деталей и сосредоточиться на функциональных и временных характеристиках систем. Основные модели включают:

– логические модели: основаны на булевой алгебре и логических схемах, используются для описания работы цифровых логических элементов;

– поведенческие модели: описывают динамику системы посредством конечных автоматов, алгоритмов и сценариев работы;

– физико-технические модели: учитывают реальные характеристики устройств, включая временные задержки, шум, электромагнитные помехи и энергопотребление;

– статистические и стохастические модели: применяются для анализа надежности и устойчивости систем при наличии случайных внешних и внутренних воздействий.

Основные принципы проектирования.

Современные методы проектирования цифровых систем опираются на следующие принципы:

– модульность: разбиение системы на независимые блоки, что упрощает разработку, тестирование и модификацию отдельных компонентов;

– абстрагирование: использование уровней абстракции для управления сложностью, позволяющее рассматривать систему на различных уровнях детализации;

– иерархичность: построение системы по слоям, где каждый уровень отвечает за выполнение специфических функций;

– оптимизация: поиск баланса между производительностью, энергоэффективностью, надежностью и стоимостью реализации;

– интеграция и масштабируемость: разработка систем, способных эффективно объединяться с другими устройствами и адаптироваться к увеличению нагрузки.

Методологии разработки.

Для разработки цифровых систем используются разнообразные методологии:

– Top-down (сверху вниз): начинается с общего описания архитектуры системы, затем проводится детализация каждого компонента;

– Bottom-up (снизу вверх): начинается с разработки отдельных модулей, которые затем интегрируются в единую систему;

– инкрементальная разработка: система создается поэтапно, с последовательной интеграцией и тестированием, что позволяет гибко реагировать на изменения требований;

– Agile-подходы: итеративное планирование и регулярное обновление функциональности, что позволяет быстро адаптироваться к новым технологическим и рыночным условиям.

Применение CAD-систем является ключевым для разработки цифровых систем:

– языки описания аппаратуры (HDL): такие как VHDL и Verilog, позволяют описывать поведение и структуру цифровых схем на абстрактном уровне;

– САПР для проектирования интегральных схем: включают инструменты для симуляции, синтеза, верификации и оптимизации схем, что существенно сокращает время разработки;

– инструменты моделирования и симуляции: позволяют проводить предварительную оценку работоспособности и выявлять потенциальные ошибки до изготовления физического прототипа.

Цифровые системы находят применение в различных сферах:

– промышленность: системы автоматизации производства, управление робототехникой, мониторинг технологических процессов;

– медицина: диагностическое оборудование, системы телемедицины, носимые устройства для мониторинга состояния здоровья;

– телекоммуникации: маршрутизаторы, серверное оборудование, системы передачи данных и сетевые протоколы;

– автомобильная промышленность: системы управления двигателями, информационно-развлекательные системы, технологии автономного вождения;

– умные города: системы управления транспортом, энергоэффективные решения, инфраструктурное мониторирование.

Интернет вещей (IoT).

Развитие IoT открывает новые возможности для интеграции цифровых систем в повседневную жизнь. IoT-устройства обеспечивают постоянный обмен информацией, что позволяет строить централизованные системы мониторинга и управления в таких областях, как умный дом, промышленное производство и городская инфраструктура.

Кибербезопасность.

С ростом зависимости от цифровых технологий возрастает и важность защиты информации. Современные методы кибербезопасности включают:

– шифрование данных: обеспечение конфиденциальности информации;

– анализ аномалий: обнаружение несанкционированных попыток доступа и аномальных действий;

– системы контроля доступа и аутентификации: многоуровневая защита для предотвращения несанкционированного вмешательства.

Энергетическая эффективность и устойчивость.

Современные цифровые системы требуют оптимизации энергопотребления, особенно в условиях массового производства и использования IoT. Новые разработки направлены на снижение энергопотребления за счет использования энергоэффективных алгоритмов, оптимизации работы аппаратных компонентов и применения технологий «зеленой» электроники [1-4].

Разработка цифровых систем представляет собой сложный и многогранный процесс, требующий интеграции теоретических знаний и практических навыков. Применение современных методологий, средств автоматизированного проектирования и методов верификации позволяет создавать надежные, масштабируемые и энергоэффективные системы. Будущее цифровых технологий тесно связано с дальнейшим развитием искусственного интеллекта, IoT и кибербезопасности, что открывает новые горизонты для исследований и практических разработок. Дальнейшие исследования в данной области будут способствовать улучшению качества и эффективности цифровых систем, а также их интеграции в повседневную жизнь.

Источники

1. Харрис Д.М. Цифровая логика: принципы и практика // М.: Высшая школа. 2015.

2. Пауль Ч.С. Основы цифровых систем // СПб.: Питер, 2018.

3. Томас Д.М., Торн М. Методы проектирования цифровых систем // М.: Радио и связь. 2016.

4. Брукс Ф.П. Мифический человеко-месяц: размышления о программной инженерии // М.: Мир. 2013.

УДК 005

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЗАКУПОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КОМПАНИИ «СБОРОЧКАПК»

Набиуллин Артур Мансурович, Аминов Вадим Азатович, Гусев Максим Сергеевич
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
artemnabiullin4@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается проблема отсутствия автоматизированной системы закупочной деятельности в торгово-посреднической компании «СБОРочкаПК». Анализируются негативные последствия ручного управления закупками, включая потери товара при доставке, неэффективное использование ресурсов и задержки в обработке заказов. Особое внимание уделено автоматизации бизнес-процесса закупки комплектующих. Представлены модели текущего («Как есть») и улучшенного («Как будет») состояния процесса с использованием методологий IDEF0. Внедрение автоматизированной системы позволит сократить время обработки заказов, минимизировать потери товара, улучшить контроль над поставками и повысить эффективность работы отдела закупок.

Ключевые слова: закупочная деятельность, автоматизация, IDEF0, бизнес-процессы, логистика.

ANALYSIS OF THE PROBLEM OF AUTOMATING PROCUREMENT ACTIVITIES IN THE COMPANY "SBOROCHKAPC"

Nabiullin Artur Mansurovich, Aminov Vadim Azatovich, Gusev Maxim Sergeevich
NMSTU, Magnitogorsk, Russia
artemnabiullin4@gmail.com

Abstract. The article examines the problem of the absence of an automated procurement system in the trading and intermediary company "SBORochkaPC". The negative consequences of manual procurement management are analyzed, including loss of goods during delivery, inefficient resource utilization, and delays in order processing. Particular attention is paid to the automation of the business process for purchasing components. Models of the current («As is») and improved («To be») states of the process are presented using IDEF0 methodologies. The implementation of an automated system will reduce order processing time, minimize product losses, improve supply control, and enhance the efficiency of the procurement department.

Keywords: procurement, automation, IDEF0, business processes, logistics.

В условиях цифровой трансформации бизнеса, когда эффективность цепочек поставок становится ключевым фактором конкурентоспособности, наличие автоматизированной системы управления закупками превращается из преимущества в необходимость. Однако, как показывает практика компании «СБОРочкаПК», многие торговые организации продолжают использовать

устаревшие ручные методы работы, что приводит к существенным проблемам в операционной деятельности [4].

Основные проблемы, связанные с отсутствием автоматизированной системы закупок:

1. потери товара при доставке (27% случаев) – наиболее критичная проблема, вызванная ошибками логистических операций, нарушением условий хранения и транспортировки. Это приводит к прямым финансовым потерям и срыву сроков поставок;

2. проблемы с поставщиками (22% случаев) – включают несоответствие характеристик товара, ошибки в документации и несвоевременные отгрузки, что нарушает планы компании по продажам;

3. операционные риски (14%) – связаны с ошибками при приемке товара, отсутствием контроля поставок и несогласованностью действий сотрудников;

4. человеческий фактор (17%) – недостаточная квалификация персонала и отсутствие мотивации приводят к ошибкам в работе;

5. управленческие проблемы (10%) – включают высокую стоимость доставки, нехватку бюджета и задержки платежей;

6. проблемы с качеством товара (9%) – неполная комплектация, брак и неучтенные позиции.

Анализ бизнес-процесса закупки комплектующих как объекта автоматизации включает детальное изучение всех этапов: от формирования заявки до приемки товара и оплаты. Особое внимание уделено документообороту (договоры, заявки, накладные, акты приемки) и взаимодействию с поставщиками [3].

На рис. 1 представлена контекстная модель бизнес-процесса закупок в текущем состоянии («Как есть») в нотации IDEF0 [1], а на рис. 2 её декомпозированный уровень [1].

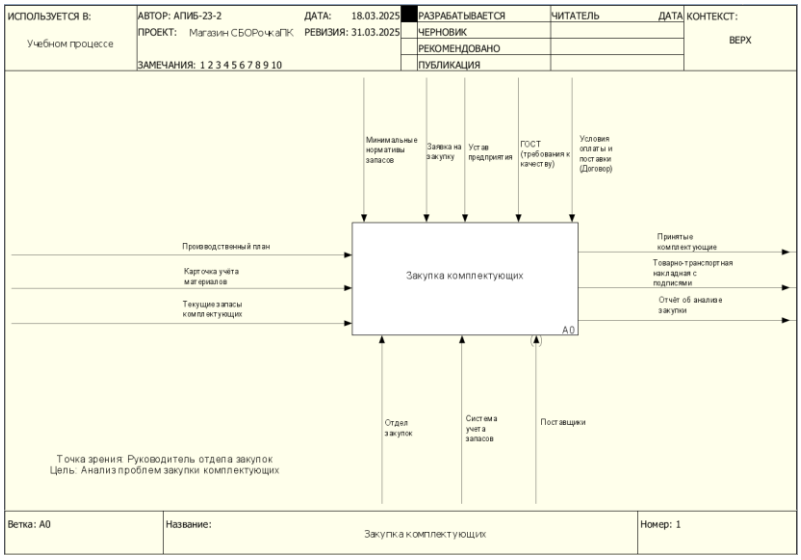


Рис. 1. Контекстный A-0 уровень IDEF0-модели «Закупка комплектующих» - «Как есть»

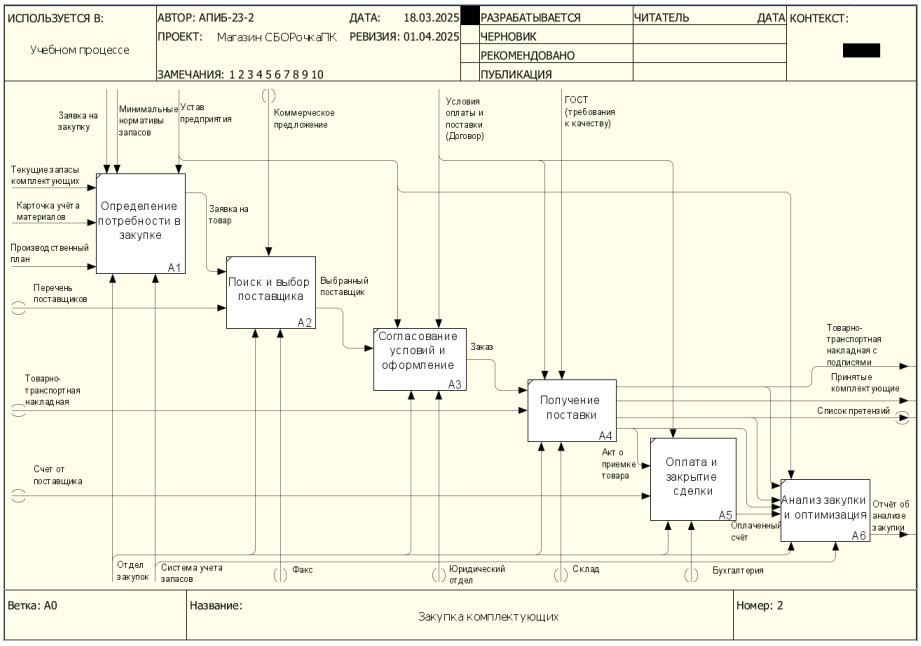


Рис. 2. Декомпозированный A-0 уровень IDEF0-модели «Закупка комплектующих» - «Как есть»

С учетом выявленных проблем была разработана концепция автоматизированной системы [2], и соответствующая ей модель («Как будет»), представленная на рис. 3 в виде декомпозированной модели, которая предусматривает:

– внедрение системы штрихкодирования для отслеживания товара;
– автоматизацию документооборота;
– систему контроля качества поставок;
– интегрированную базу данных поставщиков;
– механизмы аналитики и отчетности.

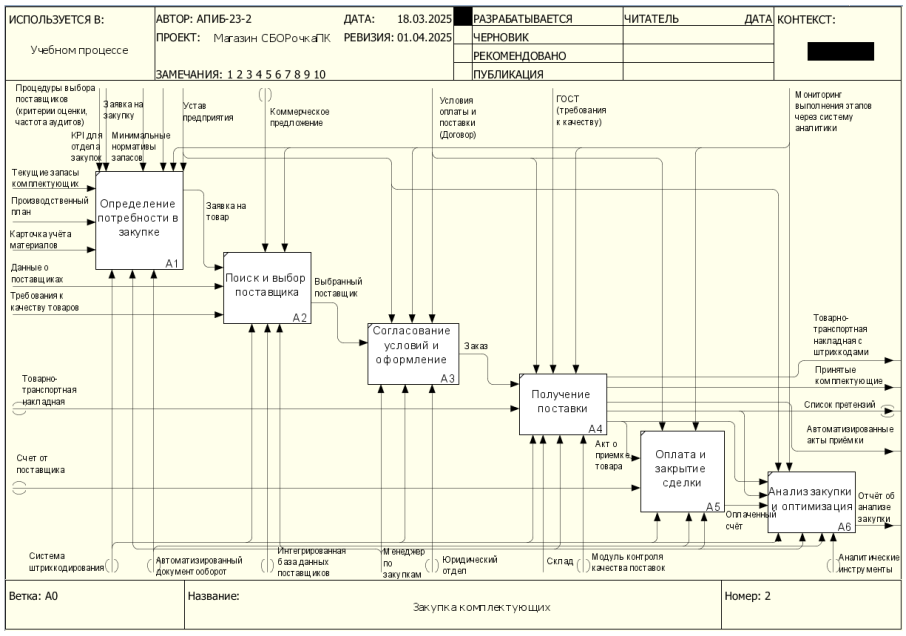


Рис. 3. Декомпозированный A-0 уровень IDEF0-модели «Закупка комплектующих» - «Как будет»

Внедрение такой системы позволит:

– сократить потери товара на 40-50%;

– ускорить обработку заказов в 2-3 раза;

– повысить точность учета товаров;

– улучшить контроль над сроками поставок;

– снизить операционные риски;

– оптимизировать затраты на логистику.

Отсутствие автоматизированной системы закупок приводит к существенным финансовым потерям, неэффективному использованию ресурсов и снижению качества обслуживания клиентов. Реализация предложенных мер позволит компании «СБОРочкаПК» существенно повысить эффективность закупочной деятельности и укрепить свои конкурентные позиции на рынке [2].

Источники

1. Новикова Т.Б., Назарова О.Б., Петеляк В.Е. IDEF0, DFD, IDEF3, FISHBONE, FTA: теория и практика бизнес-моделирования: учеб. пособие // Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. 2016. С. 97.

2. Назарова О.Б. Реализация процессов жизненного цикла сложных автоматизированных систем на основе стандартов программной инженерии // Новые информационные технологии в образовании: Материалы VII международной научно-практической конференции. М.: Российский государственный профессионально-педагогический университет. 2014. С. 354-356.

3. Новикова Т.Б., Курзаева Л.В., Давлеткиреева Л.З., Назарова О.Б., Белоусова И.Д. Совершенствование методики построения моделей событийно-управляемого процесса для постановки задач управления в социальных и экономических системах // Фундаментальные исследования. 2015. № 8-2. С. 297-302.

4. Новикова Т.Б., Назарова О.Б. Разработка методов формализации и постановка задач управления в социальных и экономических системах: учебное пособие // Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. 2017.

УДК 656.259.12

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ВОССТАНАВЛИВАЕМОСТЬ УСТРОЙСТВ ЖАТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА

Надежкин Вадим Александрович, Надежкина Снежана Андреевна, Мусин Абдулла Рустамович
ФГБОУ ВО «ПривГУПС», г. Самара, Россия
sun73674@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается влияние систем технического диагностирования и мониторинга (ТДМ) на восстанавливаемость устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ). Приводятся примеры успешного внедрения отечественных систем, таких как АПК-ДК и КДК СУ ГАЦ, которые повышают надежность инфраструктуры и сокращают зависимость от ручного труда. Отмечаются системные недостатки современных технологий диагностики, приводящие к увеличению эксплуатационных расходов и рискам для безопасности перевозочного процесса. Предлагаются пути совершенствования ТДМ.

Ключевые слова: техническая диагностика, мониторинг, железнодорожная автоматика, восстанавливаемость, ложное срабатывание, предиктивная аналитика.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE USE OF TECHNICAL DIAGNOSTICS AND MONITORING SYSTEMS ON THE RECOVERABILITY OF HARVESTER DEVICES

Nadezhkin Vadim Alexandrovich, Nadezhkina Snezhana Andreevna, Musin Abdulla Rustamovich
Volga State University of Railway Transport, Samara, Russia
sun73674@gmail.com

Abstract. The article examines the influence of technical diagnostics and monitoring (TDM) systems on the recoverability of railway automation and telemechanics (ZHAT) devices. Examples of successful implementation of domestic systems such as APK-DK and KDK SU GATS, which increase the reliability of infrastructure and reduce dependence on manual labor, are given. Systemic disadvantages of modern diagnostic technologies are noted, leading to increased operating costs and risks to the safety of the transportation process. Ways to improve the TDM are proposed.

Keywords: technical diagnostics, monitoring, railway automation, recoverability, monitoring centers, false alarms, preventive analysis.

Техническое диагностирование и мониторинг (ТДМ) устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) являются критически важными элементами обеспечения безопасности и надежности перевозочного процесса. Современные системы ТДМ опираются на комплекс технических решений, включающих специализированные датчики, каналообразующую аппаратуру и программное обеспечение. Датчики, используемые в таких системах, классифицируются по типу собираемой информации: дискретные

(контроль положения стрелок, состояния светофоров), непрерывные (измерение напряжения в рельсовых цепях, токов перевода стрелок) и универсальные, совмещающие оба типа данных. Например, дискретные датчики фиксируют факт наличия или отсутствия сигнала, тогда как непрерывные анализируют динамические параметры, такие как угол сдвига фаз или сопротивление изоляции кабелей. Каналообразующая аппаратура обеспечивает передачу данных от датчиков к центрам обработки, минимизируя задержки и потери информации. Особенностью таких систем является их адаптивность: они могут масштабироваться за счет добавления новых модулей, например, для анализа токовых осциллограмм при переводе стрелок, что позволяет прогнозировать износ механизмов еще до возникновения критических отказов.

Организационная структура ТДМ строится вокруг центров мониторинга (ЦМ), которые играют ключевую роль в координации работы дистанций сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ). Например, на Куйбышевской железной дороге внедрение ЦМ позволило сократить количество отказов устройств ЖАТ на 60% за счет автоматизации сбора данных, оперативного анализа предотказных состояний и централизованного управления ремонтными работами [1]. Информация от датчиков поступает на концентраторы, расположенные на постах электрической централизации, где обрабатывается и передается в ЦМ. Технологи ЦМ, используя специализированное программное обеспечение (например, комплекс задач «Мониторинг»), отслеживают состояние устройств в режиме реального времени, распределяют задачи между дистанциями СЦБ и архивируют данные для последующего анализа. Такая иерархическая структура обеспечивает не только оперативность реагирования, но и преемственность в принятии решений, что особенно важно в условиях протяженных железнодорожных магистралей [2].

Российская практика внедрения ТДМ демонстрирует успешные примеры разработки и применения отечественных систем. Среди них выделяются:

– АПК-ДК (аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля), созданный совместно ПГУПС и ООО «КИТ», который интегрирует данные от датчиков в единую сеть, обеспечивая контроль за тысячами параметров устройств ЖАТ;

– КДК СУ ГАЦ (контрольно-диагностический комплекс станционных устройств СЦБ горючей зоны), разработанный Ростовским филиалом ОАО «НИИАС», сочетающий функции автоматизации сортировочных горок с диагностикой оборудования [3].

Эти системы не только повышают надежность инфраструктуры, но и сокращают зависимость от ручного труда, что особенно актуально в условиях климатического разнообразия и преобладания релейной техники на сети российских железных дорог. Их внедрение подтверждает, что современные

ТДМ-решения способны адаптироваться к специфике национальной инфраструктуры, обеспечивая переход от планово-предупредительного обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию [4].

Однако, несмотря на достигнутые успехи, сохраняются системные недостатки, ограничивающие эффективность современных технологий диагностики. Анализ статистики последних лет демонстрирует, что ключевые элементы инфраструктуры ЖАТ продолжают сталкиваться с повторяющимися ситуациями, относящиеся к недостаткам диагностики. Так, значительная часть инцидентов связана с нарушениями в работе рельсовых цепей, включая ложные сигналы занятости участков, отклонения параметров напряжения и сопротивления, а также сбои в системе питания (рис.1). Эти проблемы указывают на пробелы в полноте контроля, недостаточную надёжность каналов передачи данных и ограниченные возможности алгоритмов обработки информации.

Кроме того, сохраняется зависимость от устаревших технических решений, таких как релейные системы, которые не в полной мере поддерживают функции встроенной диагностики. Это приводит к необходимости ручных проверок, увеличивает время устранения неисправностей и повышает эксплуатационные расходы.

Таким образом, даже на фоне общего снижения количества отказов выделяются три ключевые проблемы:

– неполнота контроля параметров, особенно динамических характеристик оборудования;

– высокий уровень ложных срабатываний из-за недостаточной фильтрации помех;

– отсутствие превентивного анализа, что не позволяет прогнозировать отказы на ранних стадиях.

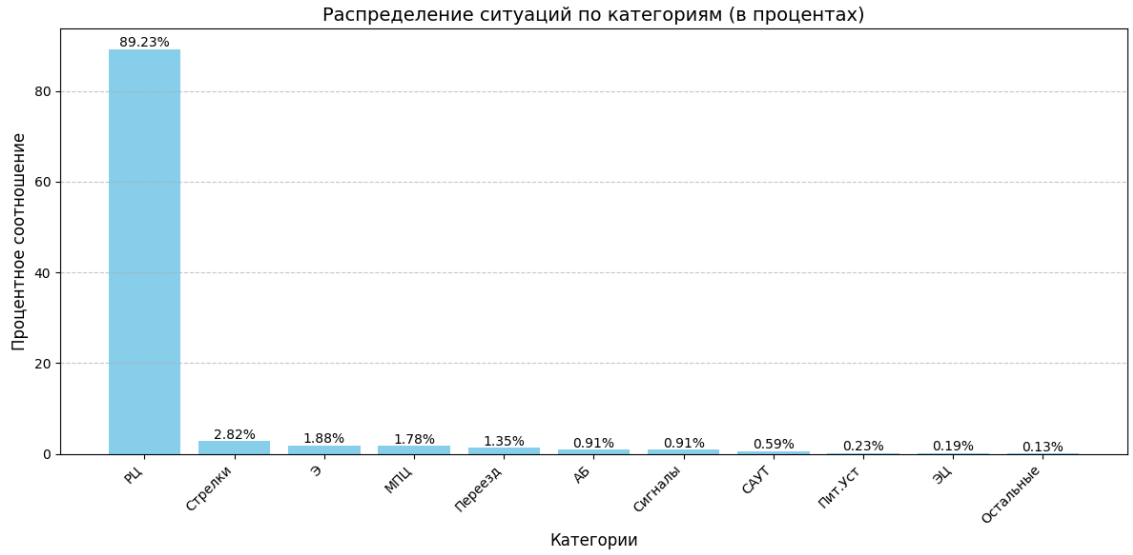


Рис. 1. Недостатки диагностики по ситуациям

Современные системы технического диагностирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) генерируют огромные массивы данных, что, с одной стороны, позволяет детально отслеживать состояние оборудования, но с другой – создает риски информационной перегрузки персонала. Инженеры мониторинга, сталкиваясь с постоянным потоком повторяющихся сбоев и ложных предупреждений, оказываются в условиях, когда критически важные сигналы могут быть пропущены или неправильно интерпретированы. Это явление, известное как «алертная усталость», напрямую угрожает безопасности перевозочного процесса.

Анализ данных за 2024 год показывает, что до 60% уведомлений (в сутки) систем диагностики относятся к незначительным отклонениям или ложным срабатываниям, где только по рельсовым цепям 89% уведомлений классифицируемые «недостатками диагностики». Например, многократные случаи «Логической занятости участков» или «Короткого замыкания ИС» часто вызваны временными помехами или износом контактов, а не аварийными состояниями. Однако их высокая частота формирует у персонала привычку игнорировать предупреждения, что повышает риск пропуска реального отказа. В таких условиях даже критический инцидент, например, полная потеря контроля над стрелкой или обесточивание сигнальной системы, может остаться незамеченным.

Организационные и технические причины.

Несовершенство алгоритмов фильтрации. Системы мониторинга часто не ранжируют уведомления по степени опасности. Так, сообщения о «Понижении сопротивления изоляции кабеля» и «Аварийном отключении питания» поступают в общий поток, что затрудняет выделение критических событий.

Отсутствие контекстного анализа. Повторяющиеся сбои, такие как «Ложные запрещающие сигналы светофоров», не сопоставляются системами с внешними факторами (погодные условия, график движения поездов). Это заставляет инженеров вручную проверять каждое уведомление, увеличивая нагрузку.

Устаревшие интерфейсы систем мониторинга. Как отмечено в статье, интерфейсы многих СТДМ не адаптированы для работы в условиях высокой зашумленности данных. Отсутствие визуального выделения критических параметров (цветовая индикация, приоритетные окна) усугубляет проблему.

Как пример можно взять распространенный случай: в 2023 году на одной из магистралей был зафиксирован инцидент, когда инженер пропустил предупреждение о прогрессирующем падении напряжения в рельсовой цепи из-за обилия аналогичных сообщений о незначительных отклонениях. Это привело к ложному открытию сигнала и экстренному торможению поезда. Подобные

инциденты демонстрируют, что даже внедрение передовых технологий диагностики не исключает рисков, связанных с человеческим фактором.

Для минимизации ошибок необходимо внедрение многоуровневой системы оповещений с автоматической классификацией событий по критичности (например, с использованием машинного обучения); интеграция диагностических данных с системами управления движением для контекстного анализа (например, блокировка ложных сигналов занятости при отсутствии поездов на участке); модернизация интерфейсов АРМ с акцентом на визуализацию ключевых параметров и снижение когнитивной нагрузки на операторов.

Исходя из вышесказанного мы понимаем, что СТДМ требуют более комплексного подхода, включающего модернизацию элементной базы, внедрение интеллектуальных алгоритмов и интеграцию диагностических систем с цифровыми платформами управления. Как показано в исследованиях, дальнейшее развитие ТДМ должно быть направлено на создание адаптивных решений, способных учитывать специфику эксплуатации устройств ЖАТ в разнообразных климатических и технологических условиях. Только такой подход позволит перейти от реагирования на аварии к их предотвращению, обеспечив устойчивость железнодорожной инфраструктуры в долгосрочной перспективе.

Источники

1. Шабалин А.Н. Результаты использования и перспективы развития передовых технологий обслуживания устройств ЖАТ // Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте. Сб. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. «Транс ЖАТ-2010». Ростов н/Д, 2010. С. 81-89.

2. Нестеров В.В., Першин Д.С. Центр диагностики и мониторинга устройств ЖАТ // Автоматика, связь, информатика. 2009. № 1. С. 29-31.

3. Лыков А.А., Ефанов Д.В., Власенко С.В. Техническое диагностирование и мониторинг состояния устройств ЖАТ // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 5(42). С. 70.

4. Тарасов Е.М., Тарасова А.Е., Надежкин В.А. К вопросу автоматизации технической диагностики и мониторинга // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 362-364.

УДК 004.9:332.3

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ САПР В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ И КАДАСТРАХ

Нартова Елена Александровна, Гетманская Алена Вячеславовна
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I», г. Воронеж, Россия
nartova_74@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены инновационные подходы применения систем автоматизированного проектирования (САПР) и геоинформационных систем (ГИС) в сфере землеустройства и в кадастровой деятельности. Проанализированы компоненты системы автоматизированного проектирования. САПР в земельно-кадастровых работах является ключевым инструментом в процессе всего рабочего цикла и их применение приводит к значительному экономическому эффекту.

Ключевые слова: Информационные системы, программное обеспечение, экономический эффект, экспертные системы, модели ГИС, гибридные технологии.

INNOVATIVE APPROACHES TO CAD APPLICATION IN LAND MANAGEMENT AND CADASTRE

Nartova Elena Aleksandrovna, Getmanskaya Alyona Vyacheslavovna
Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia
nartova_74@mail.ru

Abstract. The article discusses innovative approaches to the use of computer-aided design (CAD) systems and geographic information systems (GIS) in the field of land management and cadastral activities. Components of the computer-aided design system were analyzed. CAD in land cadastral work is a key tool in the entire working cycle and their use leads to a significant economic effect.

Keywords: Information systems, software, economic effect, expert systems, GIS models, hybrid technologies.

В настоящее время информационные технологии развиваются с особо высокой скоростью. Все сферы человеческой деятельности, так или иначе, начинают использовать новейшие информационные системы, а также технологии, которые позволяют значительно упростить и ускорить ту или иную деятельность.

Поэтому темпы внедрения информационных технологий в современную человеческую деятельность растут с каждым днём. Безусловно, сфера землеустройства и кадастра также внедряет в свою деятельность различные новейшие информационные системы и инновационные технологии.

В 21 веке особо стало популярно развитие разнообразных программных систем, которые пришли на смену отдельным автономным программам. Данные программные системы направлены на комплексное выполнение проектных работ.

Одной из таких систем является система автоматизированного проектирования (САПР). САПР представляет собой техническую систему, которая состоит из целого комплекса разнообразных средств автоматизации проектирования [1].

В сфере землеустройства и кадастра САПР сейчас развивается довольно быстрым темпом.

Система автоматизированного проектирования (САПР) включает в себя 5 компонентов, которые представлены на рисунке 1.

Рис. 1. Компоненты САПР

Рассмотрим подробно, что представляет каждый компонент системы автоматизированного проектирования:

1. Методическое обеспечение – содержит в себе всю основную документацию о составе и правилах технического обслуживания, на основе которой производится эксплуатация САПР;

2. Программное обеспечение – комплекс всех программ, входящих в состав САПР, а также эксплуатационной документации к ним, которые чаще всего представлены в виде текстовых документов;

3. Информационное обеспечение – совокупность всех данных, которые использует специалисты в процессе проектирования;

4. Техническое обеспечение – совокупность имеющихся технических средств, которые используются при автоматизированном проектировании;

5. Организационное обеспечение – комплект документов, которые устанавливают основные правила автоматизированного проектирования. К таким документам можно отнести:

– штатное расписание;

– инструкции;

– приказы;

– графики работ и т.д. [2].

Использование САПР в сфере землеустройства и кадастра имеет следующие преимущества:

1. Значительное улучшение качества проектируемых объектов;

2. Снижение вероятности возникновения самых разнообразных ошибок в процессе проектирования;

3. Экономия финансовых средств, используемых для проектирования. Существенное уменьшение затрачиваемого времени на процесс проектирования, а также улучшение качества проектной документации [1].

Применение САПР в землеустройстве и кадастре ведет к значительному экономическому эффекту, а также открывает новые возможности для повышения качества и эффективности процессов землеустройства, что в конечном итоге способствует устойчивому развитию и рациональному использованию природных ресурсов.

Стоит отметить, что в земельно-кадастровых работах САПР является ключевым инструментом буквально в процессе всего рабочего цикла. Так, даже уже на подготовительной стадии земельно-кадастровых работ начинается использование САПР и заканчивается их применения при формировании документации на выходе. Стоит отметить, что сейчас государство особое внимание уделяют тому, чтобы информация в сфере землеустройства и кадастра была максимально качественной и достоверной. Это значит, что все данные о различных объектах недвижимости и землеустройства должны быть максимально точны для того, чтобы избежать всех возможных ошибок при постановке объекта на кадастровый учёт.

Кроме того, наличие максимально точной информации позволяет обеспечить рациональное использование земель, а также их охрану. Безусловно, выполнение всех вышеперечисленных условий возможно только

при использовании разнообразных современных технологий, которые обладают необходимым функционалом. Использование САПР технологий в землеустройстве и кадастре постоянно совершенствуется. Специалистами разрабатываются инновационные технологии применения данных систем. Особое внимание стоит уделить внедрению метода экспертных оценок, при котором упор идёт на использование искусственного интеллекта.

Стоит отметить, что искусственный интеллект является новым этапом развития современных технологий не только в сфере землеустройства и кадастра, но и практически во всех сфера жизнедеятельности современного человека. Метод экспертных оценок направлен на решение определённых специализированных задач в конкретной области. Причём предложенное решение должно максимально соответствовать тому, что предложил бы эксперт-человек в данной области.

Применительно к сфере землеустройства и кадастра данный подход позволят решать огромное количество самых разнообразных задач. К примеру, метод экспертных оценок может с лёгкостью спрогнозировать изменения окружающей среды, которые возможны вследствие каких-либо мероприятий землеустройства. Если данный прогноз позволит выявить какие-либо негативные перспективы, то у специалистов будет возможность и время пересмотреть имеющийся проект и внести необходимые изменения в него.

Многие специалисты считают, что использование метода экспертных оценок является ступенью к единой землеустроительной экспертной системе. Предполагается, что данная система будет включать в себя огромное количество имеющихся эмпирических и формализованных знаний, которые необходимы для землеустройства и кадастра. Метод экспертных систем является достаточно эффективным, так как позволяет систематизировать и использовать огромное количество информации, которая хранится в различном виде. И часто именно обработка данной информации занимает огромное количество времени специалистов.

ГИС-технологии, которые является достаточно распространёнными в работе, имеют ограниченные возможности как при работе с данными дистанционного зондирования, так и с разнообразными картами. Это объясняется тем, что первые имеют растровое представление, а вторые оцифрованы в векторном формате. Однако данный имеющийся недостаток сейчас стараются устранить, при помощи включения в САПР гибридных технологий (векторно-растровых) [3].

Рассмотрим основные задачи, которые можно достаточно эффективно решить при помощи использования экспертных систем:

1. построение моделей различных объектов или участков местности;
2. проведение анализа различных моделей ГИС;

3. проведение обработки различной картографической информации;

4. систематизация разнообразной необходимой информации;

5. получение необходимых проектных решения на основе имеющихся информационных баз.

Экспертные системы также обладают целым рядом преимуществ, благодаря которым они всё активнее используются.

Среди основных преимуществ экспертных систем можно выделить:

– надёжность получаемых данных;

– доступность;

– быстрота решения самых различных задач;

– точность данных;

– постоянство;

– объективность данных;

– систематизация информации;

– своевременность выполнения задач.

Экспертные системы обрабатывают огромное количество информации, а самое главное настроены на то, как эту информацию грамотно применить для решения самых различных задач.

Таким образом, обобщая всё вышесказанное, можно заключить, что в настоящее время в сферу землеустройства и кадастра довольно быстро внедряются системы автоматизированного проектирования. Это происходит, в том числе, и исходя из существующих тенденций в обществе. Многие профессиональные сферы стремятся улучшить и автоматизировать свои действия с целью повышения качества их профессиональной деятельности. В землеустройстве и кадастре сейчас активно разрабатывается метод экспертных оценок. Использование данного метода позволить значительно повысить качество работ в сфере землеустройства и кадастра.

Источники

1. Волков С.Н. Системы автоматизированного проектирования в землеустройстве // М.: Колос. 2002. Т. 6. С. 114.

2. Кузнецов А.А. и др. Основы информатики // М.: Дрофа. 1998. С. 23-24.

3. Скляр В.А., Зольников В.К., Яньков А.И. [и др.] Характеризация и моделирование сигналов в САПР // Моделирование систем и процессов. 2018. Т. 11. №1. С. 64.

УДК 332.334

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС (ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ) ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ

Нартова Елена Александровна, Елизарова Валерия Александровна, Лущай Алина Константиновна
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I», г. Воронеж, Россия
nartova_74@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности применения геоинформационных систем для целей государственного мониторинга земель. Проанализировано понятие «геоинформационные системы», а также рассмотрены основные подсистемы. Описаны основные задачи, которые решаются благодаря ГИС, а также подробно проанализированы задачи мониторинга земель, а также рассмотрены особенности мониторинга земель и роль геоинформационных систем для его осуществления.

Ключевые слова: геоинформационные системы (ГИС), мониторинг земель, цифровая карта, земельные ресурсы, окружающая среда.

THE USE OF GIS (GEOINFORMATION SYSTEMS) FOR THE PURPOSES OF STATE LAND MONITORING

Nartova Elena Aleksandrovna, Elyzarova Valeria Aleksandrovna, Lushchai Alina Konstantinovna
Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russia
nartova_74@mail.ru

Abstract. This article discusses the features of the use of geographic information systems for the purposes of state monitoring of land. The concept of "geographic information systems" was analyzed, and the main subsystems were considered. The main tasks that are solved thanks to GIS are described, as well as the tasks of land monitoring are analyzed in detail, as well as the features of land monitoring and the role of geographic information systems for its implementation are considered.

Key words: geographic information systems (GIS), land monitoring, digital map, land resources, environment.

В настоящее время практически во всех отраслях люди стремятся оптимизировать свою деятельность и сделать её наиболее эффективной именно благодаря современным информационным технологиям. Важно отметить, что в сфере землеустройства и кадастра также активно появляются новейшие

информационные разработки. Одной из таких разработок являются геоинформационные системы (ГИС).

Геоинформационные системы стали активно развиваться вследствие активного внедрение в человеческую деятельность самых разнообразных баз данных, новейшей вычислительной техники, а также высокопроизводительных рабочих станций. Важно отметить, что в основе геоинформационных систем лежит новейшее направление в информатике – геоинформатика.

Итак, рассмотрим, что же в целом понимается под геоинформационными системами. Геоинформационные системы (ГИС) – это специализированные системы, которые направлена на сбор, хранение, а также анализ и пространственное представление достаточно большого количества пространственных данных различных объектов. Геоинформационные системы удобны и используются для решения многих задач: изучение природного, а также экономического потенциала крупных регионов, проектирование природных объектов и т.д.

Основным преимуществом геоинформационных систем является то, что они позволяют достаточно быстро собирать и обрабатывать огромные объёмы данных. Помимо этого, геоинформационные системы позволяют предоставить полученные данные в удобных форматах. Кроме того, геоинформационные системы направлены не только на то, чтобы собирать и анализировать информацию, но с их помощью можно также создавать электронные карты и очень быстро вносить в них необходимые изменения с опорой на реальную обстановку.

Стоит отметить, что геоинформационные системы состоят из 4 основных подсистем:

1. Сбор данных. Эта подсистема направлена на преобразование самых разнообразных типов данных, полученных из определённых источников.

2. База данных. Эта подсистема отвечает за организацию всех имеющихся данных в единое структурированное целое.

3. Генерация и обработка данных.

4. Вывод данных (пользовательский интерфейс) – предоставление всех собранных и обработанных данных в организованной диаграммной, табличной либо картографической форме [4].

Наглядно структура геоинформационных систем представлена на рисунке 1.

При ведении кадастра ГИС-технологии ориентированы на решение следующих задач:

1. Осуществление территориального планирования, которое позволяет учесть все необходимые факторы (социальные, экологические, экономические и т.д.).

2. Грамотное хранение и организация всех данных, которые необходимы органам государственной власти.

3. Осуществление мониторинга состояния земельных ресурсов, проведение оценки и прогноза возникших изменений. При помощи мониторинга возможно предотвратить загрязнение земель, а также увеличить эффективность их использования.

4. Проведение оценки ресурсного потенциала земель, на основе которой возможно распланировать основные моменты развития необходимой территории.

5. Составление моделей использования земель, а также моделей охраны земельных ресурсов. Особенно в решении данной задачи важны ГИС-технологии для автоматизации многих расчётов и соответственно экономии времени работы.

6. Проведение качественной оценки земель, а также оценка влияния хозяйственной деятельности людей на определённую территорию.

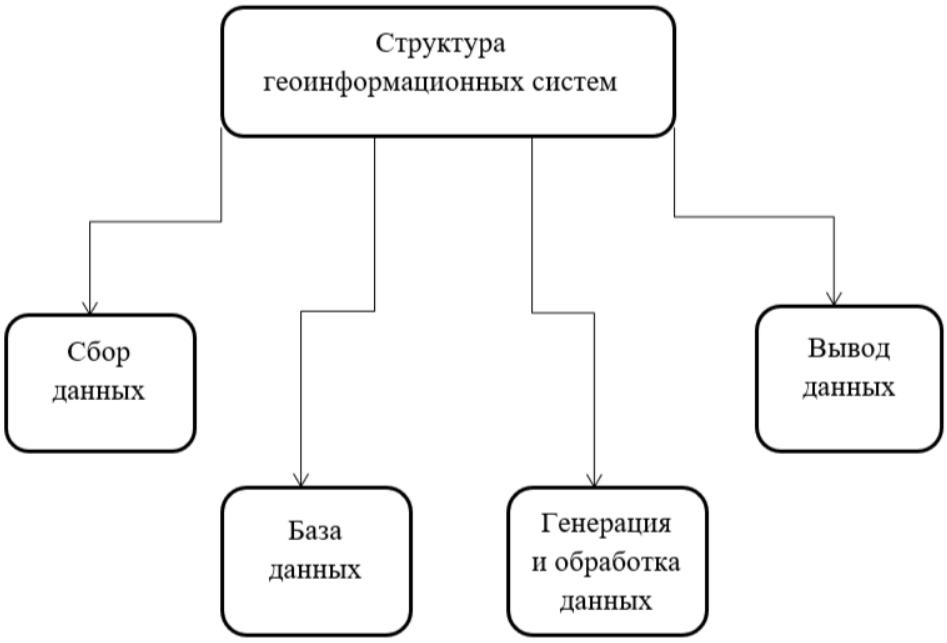


Рис. 1. Структура геоинформационных систем

Рассмотрим более подробно особенности применения геоинформационных систем для целей государственного мониторинга земель. Учитывая то, что земля в настоящее время является одним из самых важных ресурсов для человеческой жизнедеятельности стоит особое внимание уделять её рациональному использованию. Именно для этого необходимо постоянно проводить мониторинг состояния земель. Мониторинг позволять осуществлять обзор использования земель, а также получать самую актуальную информацию об их состоянии.

Использование геоинформационных систем для государственного мониторинга земель позволяет довольно точно создавать цифровые карты для любой местности. Это значительно повышает точность проводимых работ, а также делает их более быстрыми. В процессе создания цифровых карт особое внимание уделяется тому, чтобы на карте существовали чёткие пространственные отношения между объектами.

Вопрос государственного мониторинга земель с каждым годом становится всё актуальнее и актуальнее по причине ухудшения экологической ситуации не только в нашей стране, но и во всём мире. Именно поэтому использование ГИС-технологий для государственного мониторинга земель является особо важным не только для более точного отображения информации, но и для решения проблем, связанных с охраной окружающей среды.

Итак, можно выделить основные задачи применения геоинформационных систем для целей государственного мониторинга земель. К основным задачам относятся:

1. Изучение актуального состояния земельных ресурсов с опорой на определённые критерии;

2. Оценка имеющейся динамики состояния земельных ресурсов. Преимущественно данная оценка производится по следующим параметрам:

– кислотность почвы;

– наличие либо отсутствие эрозии, при наличии эрозии оценивается степень её выраженности;

– засоление почвы;

– уровень загрязнения почвы и т.д.

3. Оценка сельскохозяйственных земель, их площади и плодородности.

4. Составление прогнозов всех возможных изменения качества земли.

5. Составление моделей экологических процессов, которые происходят на земле и могут влиять на её состояние.

6. Расчёт эконмического ущерба вследствие различных загрязнений земель.

Важно отметить, что мониторинг земель предполагает не только проведение наблюдений за состоянием земель, но также и осуществление оценки состояние земель и составление прогнозов. На основе результатов, полученных в ходе мониторинга земель, составляют определённые документы, которые в дальнейшем предоставляются в государственные органы. К таким документам относятся:

– оперативные доклады;

– научные прогнозы;

– отчёты;

– тематические карты и т.д.

Важно отметить, что на уровне государства вопрос состояния земельных ресурсов и их мониторинга является особо важным.

Таким образом, можно заключить, что геоинформационные системы в настоящее время являются важными и эффективными системами. Использование геоинформационных систем в целях государственного мониторинга земель ориентировано, в большей степени, на постоянный анализ и моделирование геоданных. Важно отметить, что на основе полученных данных принимаются решения, а также формируются заключения и рекомендации относительно рационального использования земельных ресурсов на определённых территориях.

Источники

1. Курапове О.Т., Машанов А.А. Возможности использования ГИС-технологий в землеустройстве и земельном кадастре // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2016. Т. 16. №. 5. С. 154-156.

2. Нартова Е.А., Крюкова Н.А., Белоколодских А.В. Применение геоинформационных технологий при экологической оценке сельскохозяйственных земель // Теория и практика инновационных технологий в АПК: Материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 2024. С. 106-110.

3. Сизов А.П. Научные основы, цели, функции, содержание и организация мониторинга земель // Учебник для аспирантов, обучающихся по направлению 05.06.01 «Науки о земле», профиль 25.00.26 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь», М.: РУСАЙНС, 2019. С. 172.

УДК 004.02, 658.58

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ТОИР

Насонов Михаил Алексеевич
Группа компаний «Синтез-ОКА», г. Дзержинск, Россия
ma.nasonov@sintez-oka.ru

Аннотация. В статье предлагается методический подход к оценке уровня зрелости системы технического обслуживания и ремонтов на промышленном предприятии как ключевому этапу цифровой трансформации и внедрения интеллектуальной поддержки принятия решений. Оценка зрелости позволяет определить готовность предприятия к использованию современных цифровых и интеллектуальных технологий, выявить слабые стороны действующей системы ТОиР и сформировать обоснованную стратегию развития. В работе описаны этапы оценки зрелости, включая анализ текущего состояния, классификацию по уровням зрелости, выделение ключевых факторов и формирование условий для перехода к более высокому уровню. Представлен подход к достижению целевых результатов, основанный на принципах инкрементального внедрения интеллектуальной поддержки решений, адаптивности, масштабируемости и интеграции с существующими ИТ-системами. Применение предложенной модели позволяет снизить риски неэффективного внедрения цифровых решений и обеспечить устойчивую интеллектуализацию процессов управления ТОиР.

Ключевые слова: уровень зрелости предприятия, техническое обслуживание, интеллектуальная поддержка, цифровая трансформация, предиктивная аналитика.

ENTERPRISE MATURITY ASSESSMENT FOR INTELLIGENT MAINTENANCE DECISION SUPPORT

Nasonov Mikhail Alexeyevich
Group of companies «Sintez-OKA», Dzerzhinsk, Russia
ma.nasonov@sintez-oka.ru

Abstract. The article proposes a methodological approach to assessing the maturity level of the maintenance and repair (MRO) system at an industrial enterprise as a critical step in digital transformation and the implementation of intelligent decision support systems (IDSS). Maturity assessment enables the identification of an enterprise’s readiness for adopting advanced digital and intelligent technologies, reveals weaknesses in the current MRO system, and helps develop a justified development strategy. The study outlines the maturity assessment stages, including analysis of the current state, maturity classification, identification of key factors, and definition of transition conditions to higher maturity levels. The proposed approach to achieving results is based on principles of incremental implementation of IDSS, adaptability, scalability, and integration with existing IT systems. The application of this model helps reduce the risks associated with ineffective implementation of digital solutions and supports sustainable intelligent transformation of MRO processes.

Keywords: enterprise maturity, maintenance, intelligent support, digital transformation, IDSS, predictive analytics.

Обеспечение бесперебойности производственных процессов и безопасной эксплуатации технологического оборудования на промышленных предприятиях, особенно в химической отрасли, является одной из ключевых задач производственного менеджмента. В этих условиях профилактическое обслуживание выступает в роли стратегического инструмента системы технического обслуживания и ремонтов (ТОиР), обеспечивающего надежность функционирования оборудования и снижение вероятности аварийных остановов [1]. Современные условия эксплуатации требуют от систем ТОиР гибкости, способности к оперативному реагированию и адаптации к возрастающим объемам данных [2]. Традиционные методы управления профилактическим обслуживанием зачастую не справляются с этими вызовами, что усиливает необходимость перехода к интеллектуальным моделям принятия решений [3], [4]. В этой связи особое значение приобретает внедрение методов искусственного интеллекта, машинного обучения, предиктивной аналитики и технологий Интернета вещей (IoT), позволяющих повысить эффективность планирования, предсказания отказов и оптимизации ресурсов в системе ТОиР [5]. Однако успешное внедрение интеллектуальных решений в практику управления ТОиР невозможно без предварительной оценки текущего состояния системы, ее зрелости и готовности к цифровой трансформации [6], [7]. Под зрелостью в данном контексте понимается степень интеграции современных методов обслуживания с операционными процессами предприятия, а также наличие организационных, методологических и технических условий, необходимых для реализации интеллектуальной поддержки принятия решений (ИППР). Оценка уровня зрелости позволяет выявить сильные и слабые стороны действующей системы ТОиР, определить приоритетные направления для развития и сформировать обоснованную стратегию внедрения цифровых технологий. В условиях, когда зрелость процессов ТОиР может существенно различаться даже в рамках одной отрасли, такой подход обеспечивает индивидуализацию проектов цифровой трансформации и минимизацию рисков неэффективного внедрения интеллектуальных решений.

В этой связи актуальным является разработка подхода к оценке зрелости системы ТОиР на предприятии как базового этапа для обоснованного внедрения методов интеллектуальной поддержки принятия решений. В рамках работы предлагается структура оценки, этапы анализа, а также результаты, формирующие основу для построения стратегии цифрового развития системы ТОиР.

Этапы оценки уровня зрелости.

Оценка зрелости системы ТОиР направлена на объективное определение степени готовности предприятия к внедрению интеллектуальных методов поддержки управления. Предлагаемый подход включает последовательное выполнение четырех ключевых этапов (табл. 1), охватывающих анализ

текущего состояния, выделение факторов зрелости, классификацию предприятия по уровням зрелости и определение условий для перехода на более высокий уровень развития.

Таблица 1. Этапы оценки уровня зрелости системы ТОиР на предприятии

Этап	Содержание этапа
Анализ текущего состояния	Изучение процессов ТОиР, оценка доступности и качества данных об оборудовании, определение применяемых методов анализа и прогнозирования технического состояния.
Выделение ключевых факторов зрелости	Наличие цифровых данных, регламентов ТОиР, использование аналитических и предиктивных методов в управлении обслуживанием.
Классификация по уровням зрелости	– Начальный: реактивное обслуживание, отсутствие достоверных данных. – Базовый: планирование по нормативам. – Продвинутый: предиктивные методы. – Оптимизированный: цифровизация и ИИ.
Определение условий для перехода	Разработка стратегий сбора и обработки данных, формирование базы знаний, поэтапная интеграция ИИ-алгоритмов в существующую систему ТОиР.

На каждом этапе формируются промежуточные и итоговые результаты, которые позволяют, не только получить целостное представление о текущем уровне организации процессов ТОиР, но и обосновать стратегию перехода на следующий уровень, минимизировав при этом риски, связанные с неэффективным внедрением цифровых решений.

Ожидаемые результаты этапов оценки.

Рисунок 1 иллюстрирует ключевые результаты, получаемые в процессе оценки зрелости системы ТОиР на промышленном предприятии.

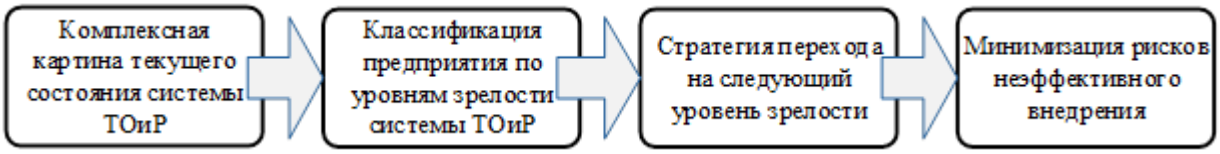


Рис. 1. Ключевые результаты этапов оценки уровня зрелости

Ожидаемый результат проведения первого этапа оценки заключается в формировании комплексного представления о текущем состоянии системы технического обслуживания и ремонтов, включая качество данных, уровень регламентации процессов и применяемые методы анализа. Результатом следующего этапа является классификация предприятия по шкале зрелости, что позволяет объективно оценить его готовность к внедрению интеллектуальных

решений. Результатом третьего этапа выступает формирование стратегии перехода на следующий уровень зрелости, включающей разработку программ цифровизации и построения базы знаний. Результат четвертого этапа оценки заключается в снижении рисков, связанных с неэффективным внедрением интеллектуальных технологий, за счет согласования выбранных методов с реальными возможностями предприятия.

Дорожная карта по результатам оценки.

Дорожная карта, обеспечивающая достижение целевых изменений с учетом уровня зрелости предприятия, базируется на принципах поэтапного развития и адаптации интеллектуальных решений к организационным, технологическим и информационным возможностям предприятия в конкретном производственном контексте (рис.2).

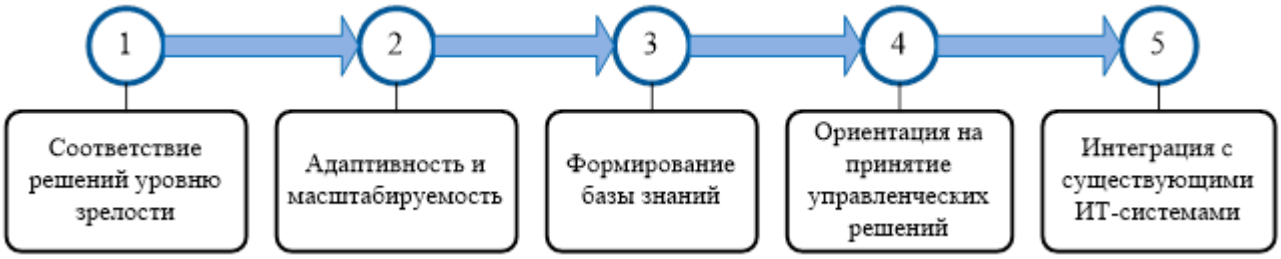


Рис. 2. Дорожная карта использования результатов оценки

В основе подхода лежит концепция инкрементального внедрения интеллектуальных методов, предполагающая реализацию методов ИППР в виде последовательных этапов, соответствующих текущему уровню зрелости предприятия. Каждый этап содержит цели, задачи и ожидаемые эффекты, которые логически подготавливают переход к следующему уровню цифровой зрелости. Внедряемые решения соотносятся с текущим уровнем зрелости предприятия: на начальных этапах используются простые цифровые инструменты, тогда как на продвинутых уровнях применяются алгоритмы предиктивной аналитики и машинного обучения. Особое внимание уделяется адаптивности и масштабируемости решений, позволяющих развивать систему без полной ее перестройки. В процессе реализации накапливается и структурируется информация о техническом состоянии оборудования, отказах и ремонтах, формируя базу знаний для обучения интеллектуальных моделей. Основной акцент делается не на автоматизацию рутинных операций, а на поддержку принятия управленческих решений – таких как выбор оптимальных сценариев обслуживания и распределение ресурсов. Важным условием является интеграция разрабатываемых решений с существующими ИТ-системами предприятия (ERP, CMMS, MES) и соответствие действующим нормативным требованиям.

Таким образом, оценка уровня зрелости процессов управления на предприятии и предложенный подход к использованию результатов такой оценки обеспечивают не только достижение целевых показателей эффективности системы ТОиР, но и формирует условия для устойчивой цифровой трансформации, учитывающей специфику конкретного предприятия. Это позволяет последовательно реализовать интеллектуализацию процессов на базе объективной оценки зрелости, снижая риски, связанные с избыточной технологической нагрузкой или негативным отношением персонала предприятия к изменениям.

Источники

1. Насонов М.А. Значение стратегии профилактического технического обслуживания в улучшении технического состояния оборудования на промышленном предприятии // Цифровое общество: научные инициативы и новые вызовы: сб. науч. тр. по мат. XI Всеросс. науч.-практ. конф., Москва, 2025. С. 119-125.
2. Насонов М.А., Манцеров С.А. Профилактическое обслуживание оборудования на промышленном предприятии химической отрасли: проблемы и подход к повышению эффективности // Достижения науки и технологий, культурные инициативы и устойчивое развитие – ДНиТ-III-2024: сб. науч. ст. по мат. III Всеросс. науч. конф. с междунар. участием. Красноярск, 2024. С. 170-178.
3. Насонов М.А., Решетников И.С. Архитектурная трансформация системы технического обслуживания оборудования на промышленном производстве // Автоматизация в промышленности. 2025. № 3. С. 3-11.
4. Arena S., Florian E., Zennaro I. [et al.] A novel decision support system for managing predictive maintenance strategies based on machine learning approaches // Safety Science. 2022. Vol. 146. PP. 105529
5. Kaliyannan G.V., Sri Anbupalani M., Kandasamy S., Sivaraj S., Gunasekaran R. Role of IoT in industry predictive maintenance // Integration of mechanical and manufacturing engineering with IoT: a digital transformation. 2023. PP. 191–213.
6. Сорокаш Д.О., Горкальцев В.С., Карлова Т.В. Оценка уровня цифровой зрелости предприятия как один из важных факторов в цифровой трансформации // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2023. № 3(21). С. 80–88.
7. Gökalp E., Martinez V. Digital transformation maturity assessment: development of the digital transformation capability maturity model // International Journal of Production Research. 2022. Vol. 60. №. 20. PP. 6282–6302.

УДК 621-313.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЛОЖНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Насретдинов Минхат Раилевич, Файзуллин Ильназ Алмазович, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
minhat2005@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена анализу эффективности использования аддитивных технологий (АТ), известных как 3D-печать, в сравнении с традиционными субтрактивными методами производства при изготовлении сложных металлических деталей. Рассматриваются ключевые преимущества АТ, такие как возможность создания детализированных конструкций, экономия материалов, ускоренный процесс прототипирования и индивидуализация продукции. Приводятся примеры успешного применения АТ в авиакосмической, медицинской и автомобильной отраслях.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, сложные металлические детали, экономия материалов, прототипирование, индивидуализация продукции, экологичность, производительность, авиакосмическая отрасль, медицинская отрасль, автомобильная промышленность.

THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF COMPLEX METAL PARTS

Nasretdinov Minhat Railevich, Fayzullin Ilnaz Almazovich, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
minhat2005@gmail.com

Annotation. The article is devoted to the analysis of the effectiveness of using additive technologies (AT), known as 3D printing, in comparison with traditional subtractive production methods in the manufacture of complex metal parts. The key advantages of AT are considered, such as the possibility of creating detailed designs, saving materials, accelerated prototyping process and product customization. Examples of successful application of AT in the aerospace, medical and automotive industries are given.

Keywords: additive technologies, 3D printing, complex metal parts, saving materials, prototyping, product customization, environmental friendliness, productivity, aerospace industry, medical industry, automotive industry.

Процесс аддитивного производства (АП): обзор и особенности.

АП, более известное как 3D-печать, представляет собой прогрессивный метод создания объемных объектов через последовательное нанесение тонких слоев материала. Эта технология завоевала популярность в различных областях промышленности благодаря своей способности формировать детали с усложненной геометрией, которые трудно или невозможно реализовать традиционными методами (рис. 1). АП предлагает значительные преимущества по сравнению с субтрактивными технологиями, такими как фрезерование и токарная обработка, особенно в условиях производства сложных металлических изделий [1]. Настоящая статья рассматривает ключевые аспекты эффективности использования АП в сравнении с классическими субтрактивными методами при создании металлических деталей повышенной сложности.

Рис. 1. Детали с усложненной геометрией

Основные преимущества аддитивных технологий.

Безграничные возможности в области геометрии: одно из важнейших достоинств АП – это возможность создания деталей с исключительной сложностью. Технология позволяет реализовывать внутренние полости, ультратонкие стенки и изысканные криволинейные поверхности, что было бы невозможно или крайне затруднено при использовании традиционных методов [2]. Таким образом, АП стало незаменимым инструментом для воплощения инновационных инженерных идей. Рациональный расход материалов: в отличие от субтрактивных процессов, где основная масса материала превращается в отходы, АП использует сырье исключительно там, где это необходимо. Это заметно снижает объемы потерь и оптимизирует использование дорогих материалов, таких как титан и специализированные сплавы. Ускоренное прототипирование и разработка: АП радикально ускоряет процесс перехода от виртуального проекта к физической модели. Инженеры могут быстро протестировать новые концепции и внести необходимые правки до начала массового производства, что ведет к существенному сокращению сроков вывода продукта на рынок и снижению затрат на стадии разработки.

Гибкость в кастомизации продукции: АП идеально подходит для производства единичных экземпляров или малых партий, позволяя легко адаптировать продукт под уникальные требования заказчика без значительных финансовых вложений в переоборудование производственной линии. Оптимизация конструкционных свойств: с помощью АП можно интегрировать элементы усиления, такие как ребра жесткости, непосредственно в структуру детали, что положительно сказывается на ее механической прочности и долговечности.

Устойчивое развитие и экологичность: благодаря снижению объема отходов и общему сокращению энергозатрат, АП демонстрирует большую экологическую чистоту по сравнению с традиционными методами. Уменьшенное число этапов и инструментов в производственном цикле дополнительно снижает уровень вредных выбросов [3].

Вызовы и ограничения АТ.

Производительная мощность: несмотря на свою эффективность в создании уникальных и сложных деталей, АП все же отстает от традиционных методов в массовом производстве. Субтрактивные процессы остаются предпочтительнее для крупных партий продукции [4].

Обработка поверхности: изделия, произведенные с использованием АП, часто требуют дальнейшей доводки для обеспечения нужных показателей гладкости и точности поверхности. Это обусловлено спецификой метода послойного наращивания материала. Начальные инвестиционные затраты: оборудование и материалы для АП, особенно в случае работы с металлами, стоят дорого. Однако с течением времени и развитием технологий эти расходы постепенно снижаются.

Требовательность к квалификации персонала: управление аддитивными установками требует углубленных знаний в области компьютерного моделирования, настройки оборудования и контроля качества. Это предполагает наличие специально подготовленного штата сотрудников.

Реальные примеры применения АП.

Аэрокосмическое направление: лидирующие компании, такие как Boeing и Airbus, активно используют АП для создания облегченных и надежных компонентов воздушных судов. Например, Boeing применяет 3D-печать для производства топливных форсунок, что позволяет уменьшить вес и повысить эффективность работы двигателей [5]. Развитие медицины: в медицинской отрасли АП играет ключевую роль в создании персонализированных протезов, имплантатов и хирургических инструментов. Индивидуальный подход помогает точнее учесть анатомические особенности пациентов и улучшить результаты лечения. Инновации в автомобильной промышленности: Производители автомобилей, такие как BMW и Ford, задействуют АП для

быстрого создания прототипов и мелкосерийного производства специализированных узлов. Это помогает ускорить разработку новых моделей и снизить производственные затраты (рис. 2).

Рис. 2. Примеры применения аддитивных технологий

АТ демонстрируют значительный потенциал в области производства сложных металлических деталей, предлагая беспрецедентные возможности для реализации оригинальных дизайнерских решений, рационального использования ресурсов и ускорения цикла разработки. Несмотря на сохраняющиеся вызовы, такие как высокие стартовые инвестиции и необходимость дополнительной обработки, АП продолжает развиваться, превращаясь в мощный инструмент для промышленных предприятий. Прогресс в этой области предвещает дальнейшее расширение сферы применения АП и существенное улучшение его экономических и технических показателей, что позволит технологии занять ведущие позиции в современном производстве.

Источники

1. Промышленная 3d печать [Электронный ресурс]. https://cybercom.ru/services/3d-print/promyshlennaya-3d-pechat/

2. Сравнение аддитивного производства и субтрактивного производства: в чем различия [Электронный ресурс]. https://www.rapiddirect.com/ru/blog/additive-vs-subtractive-manufacturing/

3. Как использовать 3D печать для создания сложных форм и конструкций [Электронный ресурс]. https://printex.ru/2025/02/13/kak-ispolzovat-3d-pechat-dlya-sozdaniya-slozhnykh-form-i-konstruktsiy/

4. Печать пластиковых деталей SLA [Электронный ресурс]. https://meritogroup.ru/2024/11/28/pechat-plastikovyh-detalej-sla/

5. Зиангиров А.Ф., Фархутдинов М.М., Хамитова Д.В. 3D моделирование и 3D печать // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р.З. Магарила: материалы конференции: Тюмень, 2022. С. 407-408.

УДК 621-396

ПРИМЕНЕНИЕ MIMO-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЯЗИ В СИСТЕМАХ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Нгуен Ван Хань[1], Дам Ван Тхинь[2]
[1]ФГБОУ ВО «РГРТУ», г. Рязань, Россия
[2]Технический университет имени Ле Куй Дона, г. Ханой, Вьетнам
[1]khanhkhanhkpr@gmail.com, [2]damthinh91@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена применению технологии MIMO для повышения эффективности связи в системах интернета вещей. Рассмотрены преимущества MIMO, такие как увеличение пропускной способности, улучшение надежности и снижение энергопотребления, а также основные связанные технологии. Отмечены вызовы внедрения, включая сложность реализации и стоимость. Подчеркивается важность MIMO для развития IoT-сетей, особенно с учетом технологий 5G и Massive MIMO.

Ключевые слова: Интернет вещей, MIMO, беспроводные сенсорные сети, кооперативные технологии, пространственное кодирование, относительное кодирование.

APPLICATION OF MIMO-TECHNOLOGY TO IMPROVE COMMUNICATION EFFICIENCY IN INTERNET OF THINGS SYSTEMS

Nguyen Van Khanh[1], Dam Van Thinh[2]
[1]RSREU, Ryazan, Russia
[2]Technical university Le Quy Don, Hanoi, Vietnam
[1]khanhkhanhkpr@gmail.com, [2]damthinh91@gmail.com

Abstract. The article focuses on the application of MIMO technology to enhance communication efficiency in Internet of Things systems. The advantages of MIMO, such as increased capacity, improved reliability, and reduced energy consumption, are discussed, along with key related technologies. Challenges in implementation, including complexity and cost, are highlighted. The importance of MIMO for the development of IoT networks, particularly in the context of 5G and Massive MIMO technologies, is emphasized.

Keywords: Internet of Things, MIMO, Wireless Sensors Networks, cooperative technology, spatial coding, differential coding.

В современном мире интернет вещей (IoT, Internet of Things) становится неотъемлемой частью повседневной жизни, трансформируя различные отрасли и создавая новые возможности для улучшения качества жизни, повышения эффективности и оптимизации процессов [1]. Интернет

Вещей – это концепция, которая описывает сеть физических устройств, оснащенных датчиками, программным обеспечением и другими технологиями для обмена данными через интернет. Эти устройства могут взаимодействовать друг с другом, а также с внешними системами, что позволяет автоматизировать процессы, собирать и анализировать данные в реальном времени.Согласно прогнозам, к 2030 году общее количество устройств, подключенных к IoT, увеличится до 29 миллиардов единиц. Для сравнения, в 2020 году этот показатель составлял всего 9,7 миллиардов. Рынок IoT также демонстрирует стремительный рост: к 2027 году его объем может достичь 33,74 миллиардов долларов США, при этом среднегодовой темп роста в период с 2022 по 2027 год оценивается в 11,49% [2]. Развитие технологий 5G и 6G значительно расширит возможности систем IoT и будет способствовать созданию новых приложений и сценариев использования. Однако развертывание IoT сталкивается с рядом серьезных вызовов, среди которых ключевым является энергоэффективность устройств. Беспроводные сенсоры, являющиеся важной частью IoT, должны обеспечивать многолетний срок работы от автономного источника питания, а также высокую надежность работы даже в сложных условиях эксплуатации [3]. Это требует применения энергоэффективных технологий, устойчивых к внешним воздействиям, и оптимизации энергопотребления для минимизации необходимости обслуживания и замены источников питания.

Технология MIMO (Multiple Input Multiple Output), использующая несколько антенн для передачи и приема данных, играет ключевую роль в повышении эффективности и надежности систем IoT. MIMO позволяет увеличить пропускную способность, улучшить качество связи в условиях многолучевого распространения сигналов и снизить энергопотребление устройств, что особенно важно для IoT-сетей с большим количеством подключенных устройств. С использованием MIMO можно применять следующие технологии, которые обеспечивают значительные преимущества для IoT:

– пространственное мультиплексирование: позволяет одновременно передавать несколько потоков данных через один канал связи, увеличивая пропускную способность [4]. Это особенно полезно в IoT-сетях с высокой плотностью устройств, таких как умные города или промышленные объекты;

– пространственное кодирование: улучшает надежность связи за счет кодирования данных, передаваемых через несколько антенн [5]. Это помогает бороться с многолучевым распространением и помехами, что важно для IoT-

устройств, работающих в сложных условиях (например, в зданиях или на открытой местности);

– относительное пространственное кодирование: это метод передачи данных, при котором информация кодируется не в абсолютных значениях, а в виде разности (изменения) между текущим и предыдущим сигналом [6]. Относительное пространственное кодирование устраняет необходимость в полной информации о состоянии канала и адаптируется к динамически меняющимся условиям работы приёмопередающей системы, что критически важно для IoT-устройств в нестационарных средах (например, в промышленных или мобильных сценариях);

– кооперативные технология: это подход, при котором несколько устройств или узлов в сети совместно используют свои антенны для улучшения качества связи [7]. В отличие от традиционных MIMO-систем, где антенны расположены на одном устройстве, кооперативные MIMO используют распределенные антенны на разных устройствах, что особенно полезно в IoT.

Хотя технология MIMO предлагает значительные преимущества, такие как увеличение пропускной способности, улучшение надежности связи и энергоэффективность, ее внедрение и использование сопряжены с рядом трудностей. Эти вызовы особенно актуальны для систем IoT, где требования к энергопотреблению, стоимости и простоте реализации часто являются критическими. Вот основные трудности применения MIMO:

– высокая сложность реализации: MIMO требует сложных алгоритмов для обработки множества потоков данных, что увеличивает вычислительную нагрузку;

– стоимость: MIMO требует использования нескольких антенн и сложного радиочастотного оборудования, что увеличивает стоимость устройств;

– технические ограничения: многие IoT-устройства имеют ограниченные ресурсы для обработки данных, что затрудняет реализацию MIMO. Использование нескольких антенн может быть проблемой для компактных IoT-устройств;

– проблемы с помехами и рассеивателями: хотя MIMO эффективно борется с многолучевым распространением, в сложных условиях (например, в городах с плотной застройкой) могут возникать дополнительные помехи. В плотных IoT-сетях устройства могут создавать помехи друг другу, снижая эффективность MIMO.

Технология MIMO значительно повышает эффективность связи в IoT, увеличивая пропускную способность, улучшая надежность и снижая энергопотребление. Несмотря на сложности внедрения, такие как высокая стоимость и энергозатраты, MIMO остается ключевым инструментом для умных городов, промышленности и других IoT-приложений. С развитием 5G и Massive MIMO ее роль в создании устойчивых и масштабируемых IoT-сетей будет только расти.

Источники

1. Jamil Y.K., Mehmet R.Y. Internet of Things (IoT) Systems and Applications // Jenny Stanford Publishing. 2013. PP. 366.
2. Michael Georgiou [Электронный ресурс]. https://imaginovation.net/blog/iot-development-trends-predictions/ (дата обращения: 15.03.25).
3. Адамов А.П., Адамова А.А. Беспроводные сенсорные сети с нулевой мощностью // Сборник трудов Международного симпозиума «Надежность и качество». 2018. Т. 1. С. 261-264.
4. Бакулин М.Г., Варукина Л.А., Крейнделин В.Б. Технология MIMO: принципы и алгоритмы // М.: Горячая линия. Телеком. 2014. С. 244.
5. Паршин Ю.Н. Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех // Учеб. пособие. Москва: КУРС, 2022. С. 200.
6. Hughes B.L. Differential space-time modulation. IEEE Transactions on Information Theory. 2000. Vol. 16. № 7. PP. 2567-2578.
7. Diep N.N., Marwan K. Cooperative MIMO in Wireless Networks: Recent Developments and Challenges. 2013. Vol. 27. № 4. PP. 48-54.

УДК 004

ПРИМЕНЕНИЕ IOT-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ ЖКХ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Несмейко Анастасия Вячеславовна, Бабиков Олег Евгеньевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
Nes.annastasia@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается актуальность применения IoT-технологий в сфере энергетики ЖКХ, обусловленная необходимостью повышения энергоэффективности и оптимизации потребления ресурсов. Анализируются успешные примеры внедрения данных технологий в Республике Татарстан, включая использование сетей LoRaWAN и NB-IoT для интеллектуального учета энергоресурсов и автоматизации процессов. Обсуждаются преимущества и недостатки IoT в контексте энергосбережения, а также перспективы дальнейшего развития данной технологии.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, энергетика, автоматизация, Интернет вещей.

IMPLEMENTATION OF IOT TECHNOLOGY IN MUNICIPAL ENERGY SYSTEMS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Nesmeiko Anastasia Vyacheslavovna, Babikov Oleg Evgenievich
KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan
Nes.annastasia@gmail.com

Abstract. The article examines the relevance of IoT technology implementation in the utilities energy sector, driven by the need to enhance energy efficiency and optimize resource consumption. It analyzes successful case studies of these technologies' deployment in the Republic of Tatarstan, including the use of LoRaWAN and NB-IoT networks for smart energy metering and process automation. The advantages and limitations of IoT in energy conservation are discussed, along with prospects for further development of this technology.

Keywords: energy efficiency, energy conservation, power engineering, automation, Internet of Things (IoT).

В настоящее время особенно актуально становится изучение современных методов решения технологических проблем и внедрение инновационных технологий в энергетическую отрасль, которые позволили бы повысить энергоэффективность и оптимизировать производственные процессы.

Одним из перспективных решений является внедрение технологий Интернета вещей (Internet of Things, IoT), обеспечивающих автоматизированный сбор и анализ данных, а также удаленное управление энергосистемами [1].

IoT-технологии позволяют объединять устройства в единую сеть, собирать и анализировать данные в реальном времени. IoT-технологии в настоящее время находят широкое применение в различных приложениях в промышленности, логистике, строительстве и энергетике ЖКХ.

Энергетическая отрасль сегодня требует инновационных подходов для балансировки спроса и предложения. Традиционные методы учета и управления ресурсами уступают IoT-решениям, которые обеспечивают автоматический сбор данных с приборов учета, мониторинг состояния оборудования для предотвращения аварий, а также интеграцию с облачными сервисами и системами искусственного интеллекта для прогнозирования нагрузок.

В сфере энергетики ЖКХ они позволяют существенно сократить потери, повысить точность учета потребляемых ресурсов и автоматизировать процессы, что особенно актуально для крупных городов и промышленных центров.

Объединение IoT-технологий с другими современными разработками, такими как облачные вычисления и программы на основе искусственного интеллекта помогают упрощать анализ, создавать более эффективные решения, которые могут быть пропущены при применении традиционных способов обработки данных. Это позволяет создать новые умные энергосистемы, которые способны подстраиваться под изменяющие внешние условия и оптимизировать использование источников энергии.

Республика Татарстан является одним из регионов, активно внедряющих IoT-технологии в энергетику ЖКХ, что делает данный опыт ценным для дальнейших исследований и практического применения.

Так, например, компанией ООО «ТатАИСЭнерго» была внедрена технология LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) в трех городах Республики Татарстан – Казани, Нижнекамске, Набережных Челнах [2]. Инфраструктура включает 138 базовых станций. Основными преимуществами данной технологии является большой радиус действия и высокая проницаемость радиоволн, что обеспечивает надежность и качество связи на больших расстояниях и при высокой плотности застройки.

Основной задачей данной системы является наблюдение за техническим состоянием теплосетей АО «Татэнерго». Особенностью проекта стало решение сложной технической задачи – организация постоянного контроля подземных коммуникаций, не имеющих доступа к источнику электроснабжения. После тщательного анализа различных технологических решений специалисты остановили свой выбор на LoRaWAN-платформе, которая в настоящее время

успешно обслуживает 50% внутриквартальных теплотрасс в трех указанных выше городах. Сеть LoRaWAN может применяться также и в сфере ЖКХ для сбора показаний приборов учета, получения и мониторинга данных в удобной форме как для пользователей, так и для управляющих компаний.

Другим примером для передачи данных IoT является стандарт связи NB – IoT, который был разработан компанией 3GPP. В 2019 году российская компания МТС запустила данную сеть для коммерческого использования и в дальнейшем планировала внедрять в сферу промышленности, ЖКХ, систему умного города и другие [3]. С помощью данной технологии получилось уменьшить расходы на обслуживание за счет автономности датчиков, а также улучшить качество городской среды города Арска благодаря созданным системам удаленного сбора показаний счетчиков, контроля за парковками, экологической ситуацией.

К преимуществам IoT-технологии можно отнести сбор данных в реальном времени, экономия ресурсов, повышение энергоэффективности. К главным недостаткам можно отнести проблему безопасности и конфиденциальности данных, так как данная технология использует различные сети и стандарты связи, то высок риск атак злоумышленников и утечки данных.

Интернет вещей играет ключевую роль в повышении эффективности энергетических систем ЖКХ, обеспечивая автоматизированный сбор данных, снижение эксплуатационных затрат и улучшение качества обслуживания. Республика Татарстан демонстрирует успешные примеры внедрения IoT, что подтверждает перспективность данной технологии для российской энергетики. Несмотря на существующие вызовы, дальнейшее развитие IoT-технологий и их интеграция с искусственным интеллектом и облачными вычислениями могут привести к созданию более интеллектуальных и адаптивных энергосистем будущего.

Источники

1. Hoque K. et al. Integration of IoT in Energy Sector // International Journal of Computer Applications. 2024. Т. 975. С. 8887.

2. Три города РТ оказались под колпаком LoRaWAN – она мониторит тепловые сети и помогает спасать жизни [Электронный ресурс]. https://www.business-gazeta.ru/article/546496 (дата обращения: 30.03.2025).

3. МТС презентовала в Арске пилотный проект «умного города» [Электронный ресурс]. https://www.tatar-inform.ru/news/mts-prezentovala-v-arske-pilotnyy-proekt-umnogo-goroda-636618 (дата обращения: 30.03.2025).

УДК 339.187.4:004.89

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ ТОРГОВЛЕ

Несмейко Анастасия Вячеславовна, Салихова Регина Рафаилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Nes.annastasia@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается применение цифровых двойников для оптимизации логистики, управления запасами и персонализации в электронной торговле. Анализируются преимущества технологии, а также барьеры внедрения, включая стоимость и требования к данным.

Ключевые слова: цифровые двойники, электронная торговля, оптимизация логистики, управление запасами, предиктивная аналитика.

THE USE OF DIGITAL TWINS FOR MODELING AND OPTIMIZING PROCESSES IN ELECTRONIC COMMERCE

Nesmeyko Anastasiya Vyacheslavovna, Salikhova Regina Rafailevna
KSPEU, Kazan, Russia
Nes.annastasia@gmail.com

Abstract. The article discusses the use of digital twins to optimize logistics, inventory management, and personalization in e-commerce. The advantages of the technology are analyzed, as well as barriers to implementation, including cost and data requirements.

Keywords: digital twins, e-commerce, logistics optimization, inventory management, predictive analytics.

Рост электронной коммерции, достигший в 2023 году объема 5,8 трлн доллара [1], сопровождается усложнением логистических операций, управлением мультиканальными цепочками поставок и необходимостью прогнозирования спроса в условиях высокой волатильности рынков. Традиционные методы оптимизации, основанные на ретроспективном анализе данных, демонстрируют ограниченную эффективность в контексте динамичных изменений, вызванных геополитическими кризисами, климатическими факторами и трансформацией потребительского поведения. В этой связи цифровые двойники – синхронизированные с физическими системами виртуальные модели, обновляемые в режиме реального времени через интеграцию IoT, машинного обучения (ML) и потоковой аналитики –

становятся критическим инструментом для повышения устойчивости и эффективности электронной торговли. Актуальность их внедрения подтверждается исследованиями [2], отмечающими, что цифровые двойники позволяют не только имитировать, но и предсказывать поведение сложных систем с точностью до 89% в задачах оптимизации логистики.

Основной вызов для электронной торговли заключается в управлении «узкими местами» цепочек поставок, такими как дисбаланс запасов, задержки доставки и неэффективное использование ресурсов. Например, по данным открытых исследований [3], 67% компаний сталкиваются с потерями из-за неоптимального прогнозирования спроса. Цифровые двойники, интегрирующие данные с датчиков IoT (температура, влажность, местоположение грузов), транзакционные записи и внешние контекстные факторы (погода, социально-экономические индикаторы), обеспечивают предиктивную аналитику, недоступную при использовании статических моделей. Внедрение таких систем в логистических сетях позволяет сократить время доставки на 18–22% за счет динамической корректировки маршрутов на основе данных GPS и предиктивного анализа дорожного трафика с использованием алгоритмов машинного обучения, таких как LSTM (Long Short-Term Memory) [2].

Ключевым направлением применения цифровых двойников остается оптимизация транспортной логистики. Традиционные системы маршрутизации, основанные на исторических данных, не учитывают такие факторы, как аварии, погодные аномалии или внезапные изменения спроса. Цифровой двойник, функционирующий на платформах для обработки потоковых данных, позволяет в режиме реального времени перераспределять ресурсы. Например, реализация подобных моделей в логистических сетях, интегрированных с RFID-метками и датчиками состояния грузов, демонстрирует сокращение простоев транспорта на 20–25% и снижение расхода топлива на 10–15% за счет устранения неоптимальных маршрутов [2].

Не менее значимый аспект – управление запасами, где ошибки прогнозирования приводят к прямым финансовым потерям. Цифровые двойники, объединяющие данные ERP-систем, социальных медиа и макроэкономических индикаторов, способны генерировать прогнозы спроса с погрешностью менее 5%. Модели, построенные на алгоритмах XGBoost и обновляемые в режиме реального времени, автоматически корректируют уровни запасов на складах, учитывая локальные события, что снижает риск затоваривания на 25–30% [3].

Персонализация клиентского опыта также выигрывает от внедрения цифровых двойников. Симуляция поведения пользователей в виртуальной среде, основанная на синтезе данных о кликах, времени сессий и демографических профилях, позволяет тестировать рекомендательные системы без риска для реальных продаж. Например, A/B-тестирование в цифровом двойнике с

использованием алгоритмов коллаборативной фильтрации повышает конверсию на 12–15% при статистической значимости $p < 0,05$ [4]. Однако подобные решения требуют строгого контроля за этичностью использования данных, особенно в условиях регуляторных требований GDPR и CCPA.

Несмотря на потенциал, внедрение цифровых двойников сопряжено с техническими и организационными барьерами. Во-первых, интеграция разнородных данных (IoT, транзакции, внешние API) требует использования промежуточного ПО и стандартов для обеспечения совместимости. Во-вторых, высокая стоимость развертывания (от $500 тыс. для SME) и необходимость обслуживания ML-моделей создают финансовые риски. В-третьих, как отмечают в открытых работах [4], цифровые двойники подвержены «синдрому мусора на входе» (GIGO): неточности в данных (например, ошибки датчиков) приводят к некорректным прогнозам, что требует внедрения методов очистки данных и повышения отказоустойчивости систем.

В заключение, цифровые двойники представляют собой трансформационный инструмент для электронной торговли, обеспечивающий переход от реактивного к предиктивному и прескриптивному управлению. Их способность моделировать сложные взаимодействия в цепочках поставок, оптимизировать ресурсы и тестировать гипотезы в изолированной среде подтверждается сокращением операционных издержек и снижением углеродного следа за счет оптимизации упаковки и маршрутов.

Источники

1. Statista. Global e-commerce market size 2023 [Электронный ресурс]. https://www.statista.com/statistics/379046/worldwide-retail-e-commerce-sales/ (дата обращения: 10.10.2023).

2. Tao F. et al. Digital Twin-driven product design framework // International Journal of Production Research. 2019. Vol. 57(12). PP. 3935–3953.

3. McKinsey & Company. Supply Chain 4.0 – the next-generation digital supply chain [Электронный ресурс]. https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/supply-chain-40--the-next-generation-digital-supply-chain#/ (дата обращения: 10.10.2023).

4. Kritzinger W. [et al.] Digital Twin in manufacturing: A systematic literature review // Computers in Industry. 2018. Vol. 101. PP. 1–14.

УДК 005.8

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ОТСУТСТВИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В УНИВЕРСИТЕТЕ

Никифорова Маргарита Дмитриевна
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
rita.0527@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется проблема университета, связанная с отсутствием или неэффективностью системы технической поддержки. Рассмотрены негативные последствия для учебного процесса, научной деятельности и административной работы. Особое внимание уделено автоматизации бизнес-процесса обработки заявок. Представлены модели текущего («Как есть») и улучшенного («Как будет») состояния процесса с использованием автоматизированной системы. Внедрение такой системы ускорит обработку запросов, повысит удовлетворенность пользователей, снизит нагрузку на IT-специалистов и улучшит контроль процессов.

Ключевые слова: техническая поддержка пользователей, обработка заявок, IDEF0, образовательная организация.

ANALYSIS OF THE PROBLEM OF THE ABSENCE OF AN AUTOMATED SYSTEM OF TECHNICAL SUPPORT FOR USERS AT THE UNIVERSITY

Nikiforova Margarita Dmitrievna
NMSTU, Magnitogorsk, Russia
rita.0527@mail.ru

Abstract. The article analyzes the university problem related to the absence or inefficiency of the technical support system. Negative consequences for the educational process, scientific activity and administrative work are considered. Particular attention is paid to the automation of the business process of processing applications. Models of the current («As is») and improved («As should be») state of the process using an automated system are presented. The implementation of such a system will speed up the processing of requests, increase user satisfaction, reduce the workload of IT specialists and improve process control.

Keywords: technical support for users, application processing, IDEF0, educational organization.

В эпоху цифровизации, когда информационные технологии пронизывают все аспекты университетской жизни, от учебного процесса до административного управления, наличие надежной и эффективной системы технической поддержки пользователей становится не просто желательным, а критически необходимым. Однако, к сожалению, многие университеты до сих

пор сталкиваются с проблемой отсутствия или неэффективности такой системы, что порождает целый ряд негативных последствий для студентов, преподавателей и административного персонала [4].

Основные проблемы, связанные с отсутствием автоматизированной системы технической поддержки:

1. Замедление учебного процесса: студенты, сталкивающиеся с техническими проблемами при работе с онлайн-платформами, электронными библиотеками, программным обеспечением, используемым в учебном процессе, не могут полноценно участвовать в учебе, что влияет на их успеваемость.

2. Снижение эффективности исследований: преподаватели и научные сотрудники, не имеющие доступа к квалифицированной технической поддержке, могут испытывать трудности при работе со сложным исследовательским оборудованием, анализом больших объемов данных, использованием специализированного программного обеспечения, что замедляет процесс исследований и снижает их результативность.

3. Увеличение нагрузки на преподавателей и административный персонал: преподаватели вынуждены тратить время на решение технических проблем студентов вместо того, чтобы заниматься преподавательской деятельностью. Административный персонал сталкивается с необходимостью самостоятельно устранять технические неисправности, что отвлекает их от основных обязанностей [3].

4. Увеличение рисков информационной безопасности: отсутствие грамотной технической поддержки увеличивает риск заражения компьютерных систем вирусами и вредоносным программным обеспечением, что может привести к утечке конфиденциальной информации и нарушению работы всей информационной инфраструктуры университета.

Сложность процесса повышает вероятность возникновения технических неполадок, особенно с учетом большого количества технических устройств, необходимых для организации учебного процесса. Такие неполадки требуют оперативного устранения, чтобы предотвратить снижение качества образовательной деятельности [2].

Рассмотрев ключевые аспекты организации системы технической поддержки в университетской среде, логично перейти к детальному анализу её центрального элемента – процесса обработки заявок техническим специалистом. Именно этот процесс является операционным ядром всей системы поддержки, определяя её эффективность и качество обслуживания пользователей.

На рис. 1 представлена диаграмма бизнес-процесса обработки заявок техническим специалистом в текущем состоянии («Как есть») в нотации IDEF0.

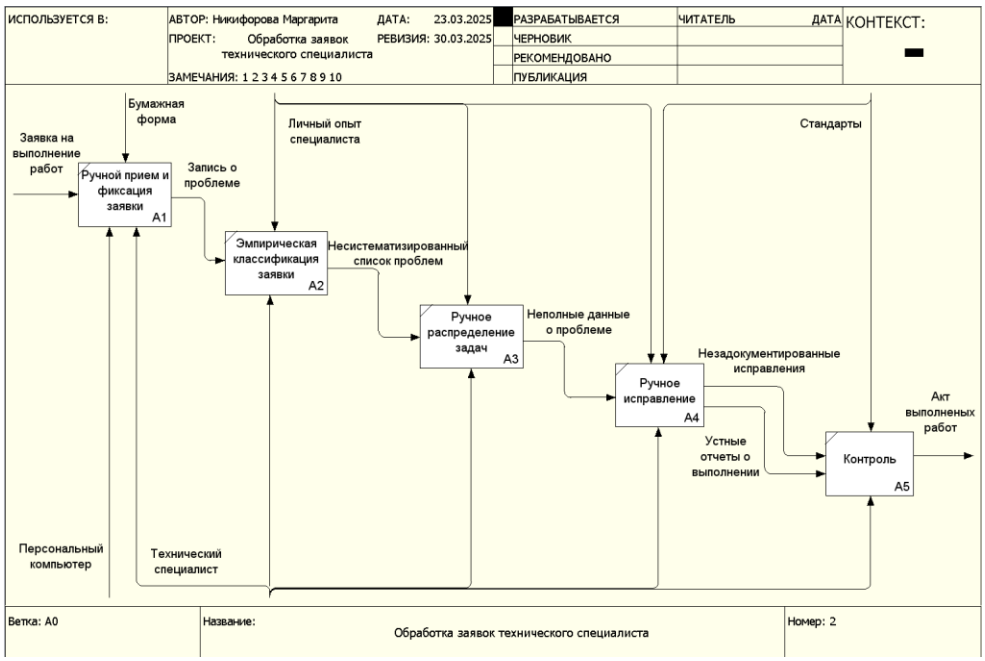


Рис. 1. Верхний A0 уровень IDEF0-модели «Обработка заявок технического специалиста» - «Как есть»

С учетом выявленных требований к программному обеспечению была создана модель процесса («Как будет»), представленная на рис. 2. Эта модель станет основой концепции внедряемой системы. Как видно из диаграммы, процесс приема заявок будет дополнен автоматизированной системой. Внедряемая система будет принимать заявки от сотрудников и передавать всю необходимую информацию техническим специалистам, что повысит эффективность обработки запросов [1].

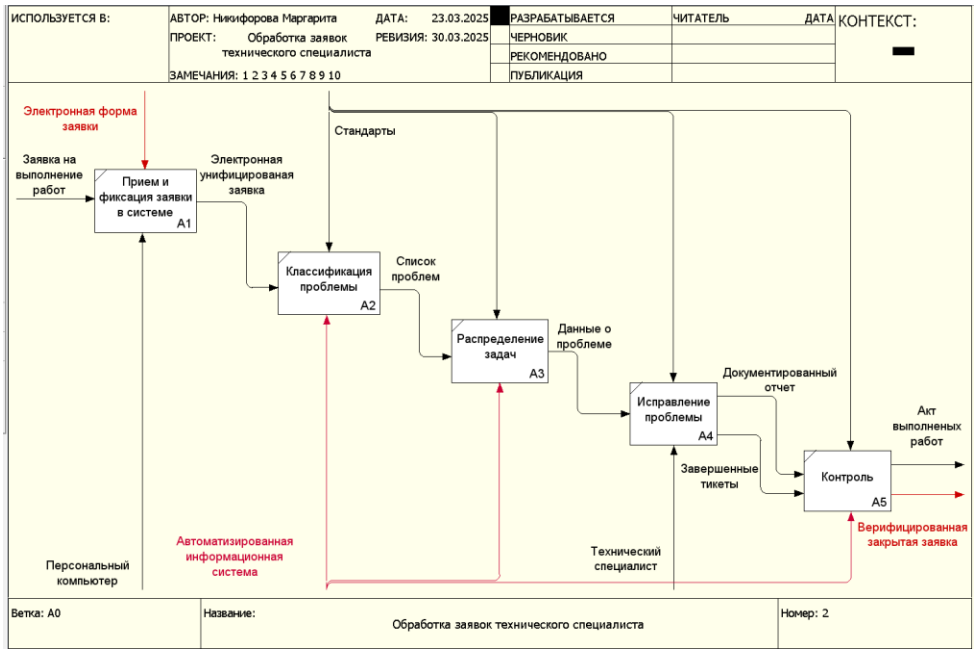


Рис. 2. Верхний A0 уровень IDEF0-модели «Обработка заявок технического специалиста» - «Как будет»

Внедрение системы технической поддержки позволит:

– ускорить обработку запросов;

– повысить удовлетворенность пользователей;

– снизить нагрузку на IT-специалистов;

– улучшить прозрачность и контроль над процессами;

– создать базу знаний для быстрого решения повторяющихся проблем.

Отсутствие автоматизированной системы технической поддержки в университете приводит к значительным трудностям, включая низкую скорость обработки запросов, неэффективное использование ресурсов и снижение удовлетворенности пользователей. Внедрение такого решения, разработка стандартов и создание базы знаний позволят устранить эти проблемы и повысить качество IT-обслуживания. Это, в свою очередь, положительно скажется на учебном процессе и административной деятельности [5].

Источники

1. ГОСТ Р 53647.4-2012. Информационные технологии. Управление IT-услугами. М.: Стандартинформ.

2. Лобзин И.А. Автоматизация задачи определения исполнителей пользовательских запросов в Service Desk системах // Интеграция науки, общества, производства и промышленности: проблемы и возможности: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Челябинск, 2022. С. 113-115.

3. Масленникова О.Е., Назарова О.Б. Корпоративная технология внедрения автоматизированной системы: функционально-технологический и методический аспекты // Открытое образование. 2024. Т. 28. № 5. С. 37-45.

4. Назарова О.Б., Масленникова О.Е., Скарлыгина Н.В. Теория и практика внедрения информационных систем: Электронное издание // Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2018.

5. Юферова А.А. Эффективное управление коммуникациями на основе Service Desk-систем // Актуальные вопросы экономических наук: Материалы III Международной научной конференции: Лето, 2022. С. 137-140.

УДК 330.322.54

УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИТ-ПРОЕКТОВ: КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ

Николаева Дарья Алексеевна, Коврижных Ольга Евгеньевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
1934dasha@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается управленческая эффективность ИТ-проектов через призму ключевых показателей и методов их измерения. Управленческая эффективность определяет степень достижения целей организации с минимальными затратами ресурсов. Выделены основные компоненты управленческой эффективности, описаны методики измерения, включая систему сбалансированных показателей и методику на основе ключевых показателей эффективности (KPI). Рассматриваются специфические методы и показатели, применимые к ИТ-проектам, что позволяет организациям оптимизировать процессы, контролировать прогресс и реагировать на возникающие проблемы.

Ключевые слова: управленческая эффективность, ИТ-проекты, ключевые показатели эффективности (KPI), система сбалансированных показателей, методики измерения, финансовая аналитика, качественные показатели

MANAGEMENT EFFECTIVENESS OF IT PROJECTS: KEY INDICATORS AND THEIR MEASUREMENT

Nikolaeva Darya Alekseevna, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
1934dasha@mail.ru

Abstract. This article examines the managerial effectiveness of IT projects through the prism of key indicators and methods of their measurement. Managerial effectiveness determines the degree to which an organization's goals are achieved with minimal resource expenditure. The main components of managerial effectiveness are highlighted, measurement methods are described, including a system of balanced indicators and a methodology based on key performance indicators (KPIs). Specific methods and indicators applicable to IT projects are considered, which allows organizations to optimize processes, monitor progress and respond to emerging problems.

Keywords: management effectiveness, IT projects, key performance indicators (KPIs), balanced scorecard, measurement methods, financial analytics, quality indicators

С развитием информационных технологий, в том числе облачных технологий, искусственного интеллекта, больших данных и многих других технологий, существенно расширяются возможности для реализации ИТ проектов в различных сферах бизнеса, а значит, вопросы оценки эффективности ИТ-проектов становится все более актуальными [1], так как для достижения целей, связанных с внедрением ИТ-проектов, необходимо не только их правильное планирование и реализация, но и постоянный мониторинг их эффективности.

Управленческая эффективность определяется как степень достижения целей проекта с оптимальным использованием ресурсов, временем и затратами. В контексте ИТ-проектов эффективность охватывает не только финансовые результаты, но и качество реализации технической инфраструктуры, удовлетворенность пользователей, степень инновационности и быструю реакцию на изменения рыночных условий. Управленческую эффективность можно оценить измерениями временных и качественных показателей решения бизнес-задач и их бизнес-продуктов [2].

Существует несколько подходов к измерению управленческой эффективности, среди которых:

– финансовые показатели: Оценка возврата на инвестиции (ROI), общие затраты на проект (TCO), сроки окупаемости и рентабельность;

– качественные показатели: Оценка удовлетворенности пользователей и качество поставляемого продукта;

– процессные показатели: Эффективность выполнения проектных процессов и их соответствие установленным временным рамкам.

Система сбалансированных показателей (СБП) – это стратегический инструмент управления, позволяющий организациям интегрировать финансовые и не финансовые аспекты деятельности. СБП помогает организациям определить и отслеживать ключевые показатели, обеспечивая гармоничное развитие бизнеса.

Существует четыре ключевых перспективы СБП [3]:

1.Финансовая перспектива: оценка доходов, расходов, рентабельности.

Примеры показателей: ROI, норма прибыли, TCO.

1. Перспектива клиентов: оценка удовлетворенности клиентов и удержания (Net Promoter Score (NPS), уровень удовлетворенности клиентов).

2. Внутренняя перспектива: оценка процессов, обеспечивающих выполнение стратегических целей (время выполнения проекта, соответствие бюджета).

3. Перспектива обучения и роста: оценка институциональных структур и активов, таких как кадровый потенциал и инновации (уровень квалификации сотрудников, эффективность обучения).

Таким образом, система сбалансированных показателей представляет собой мощный инструмент, который помогает компаниям оценивать и управлять эффективностью своего программного обеспечения (ПО) в современном цифровом мире[4].

Ключевые показатели эффективности (KPI) представляют собой конкретные, измеримые параметры, с помощью которых можно оценить, насколько успешно организация реализует свои основные бизнес-цели. KPI помогают обеспечивать прозрачность деятельности ИТ-проектов и дают возможность оперативно принимать решения на основе данных [5-6].

Методы разработки KPI для ИТ-проектов:

1. Определение стратегии: KPI должны согласовываться с общей стратегией организации. Их выбор зависит от целей конкретного проекта.

2. Измеримые показатели: KPI должны быть конкретными и измеряемыми. Например, «уменьшить время ответа системы до 2 секунд».

3. Доступность данных: Показатели должны основываться на доступных данных, которые можно легко собирать и анализировать.

Мнение экспертов о ключевых показателях расходится. Вот некоторые примеры KPI для ИТ-проектов:

– ROI проекта – отношение прибыльности к вложенным средствам.

– Сроки выполнения проекта – фактическое время выполнения по сравнению с запланированным.

– Удовлетворенность пользователей – результат опросов клиентов.

– Количество обнаруженных ошибок – количество ошибок на этапе тестирования по сравнению с предыдущими проектами.

– Процент завершенных задач в срок – отношение выполненных задач к общему числу.

– Уровень производительности системы – время отклика и работа под нагрузкой.

Для измерения эффективности ИТ-проектов можно использовать финансовые методы, они позволяют определить эффективность проектов с точки зрения возврата инвестиций [5]. Основные метрики включают:

Возврат на инвестиции (ROI) рассчитывается по формуле:

$$ROI = \frac{\text{Прибыль} - \text{Инвестиции}}{\text{Инвестиции}} * 100\% \quad (1)$$

Общие затраты на проект (TCO): Сумма всех затрат, связанных с проектом, включая начальные и эксплуатационные расходы.

Срок окупаемости: Время, необходимое для того, чтобы окупить инвестиции.

Кроме того, применяются качественные методы, которые фокусируются на оценке удовлетворенности пользователей и других заинтересованных сторон.

Организационные и проектные метрики (соблюдение сроков, качество коммуникаций между подразделениями, удовлетворенность пользователей и сотрудников) играют критическую роль в управлении ИТ-проектами. Их анализ позволяет выявить слабые звенья в организации работы, стимулируя внедрение корректирующих мер, направленных на улучшение координации и повышения ответственности команды.

Также, можно использовать процессные методы измерения, включающие в себя оценку выполнения проектных процессов и соответствия временным рамкам и бюджетам. Их основные показатели: соответствие графику (измерение разницы между планом и фактическим выполнением задач); дефекты на этапе тестирования (количество обнаруженных дефектов, что позволяет оценить качество разработки).

В последние годы цифровизация бизнеса приобретает стратегическое значение для предприятий различных отраслей. ИТ-проекты сегодня являются неотъемлемой частью бизнес-модели почти каждой современной организации. Однако для того, чтобы ИТ-проекты приносили максимальную пользу, необходимо обеспечить их эффективное управление. Эффективность управленческих процессов в реализации ИТ-проектов зависит от множества факторов: от правильной постановки задач до своевременного реагирования на возникающие риски. Одним из наиболее важных аспектов является измерение управленческой эффективности через комплекс ключевых показателей (KPI), которые позволяют оценить влияние проекта на общую деятельность предприятия.

Комплексный подход к оценке управленческой эффективности ИТ-проектов является необходимым условием для всестороннего анализа результатов внедрения и эксплуатации информационных технологий. Для достижения объективной оценки важно использовать как финансовые метрики (например, ROI, EVA), так и технические и организационные показатели (уровень дефектности, MTTR, удовлетворенность сотрудников, эффективность коммуникаций).

Финансовые показатели дают возможность количественно оценить экономическую выгоду от реализации ИТ-проектов. Технические индикаторы, такие как надежность и отказоустойчивость систем, скорость восстановления после сбоев и качество программного обеспечения, являются ключевыми для понимания функционирования ИТ-среды в рамках проекта. Постоянный мониторинг технических показателей позволяет оперативно выявлять и устранять проблемы, что способствует повышению общей управленческой эффективности.

Достижение высокой управленческой эффективности в ИТ-проектах требует интеграции различных методов оценки, баланса между техническими, финансовыми и организационными аспектами, а также постоянного совершенствования механизмов управления в соответствии с изменениями внешней и внутренней среды компании. Адаптация этих методов и показателей в соответствии с конкретными условиями и целями организации позволит значительно повысить управленческую эффективность и достигать поставленных целей с минимальными затратами ресурсов.

Источники

1. Коврижных О.Е. Виды эффектов ИТ-проектов: проблемы идентификации и оценки // Естественно-гуманитарные исследования (ЕГИ). 2024. №1(51). С. 136-139.
2. Смирнов Ю.Н., Сидорова Е.А. Методика обоснования эффективности инвестиций в инновационный процессно-продуктовый менеджмент // Научно-практический журнал «Интеграл» 2010. № 3. С.78-79.
3. Крутин Ю.В. Эффективность информационных систем и технологий: учебное пособие. Екатеринбург, 2020.
4. Салимов Р.Р., Коврижных О.Е. Система сбалансированных показателей для оценки эффективности программного обеспечения // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 470-473.
5. Переводим цели в цифры: как определить KPI [Электронный ресурс]. https://practicum.yandex.ru/blog/pokazateli-effektivnosti-kpi/ (дата обращения 12.03.2025).
6. Оценка эффективности информационных технологий [Электронный ресурс]. https://otus.ru/nest/post/1340/ (дата обращения 13.03.2025).

УДК 004.94

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ПРОДУКТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ

Николаева Дарья Алексеевна, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
1934dasha@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается концепция цифровых двойников как ключевого инструмента цифровой трансформации в промышленности. Перечислены выгоды от использования цифровых двойников продуктов, такие как снижение расходов, повышение качества продукции, ускорение процессов инноваций и улучшение уровня обслуживания. Рассмотрены основные компоненты цифровых двойников, такие как физическая модель, данные в реальном времени, аналитика, симуляция и интеграция с производственными системами. Статья акцентирует внимание на значении цифровых двойников для оптимизации процессов, повышения производительности и конкурентоспособности компаний.

Ключевые слова: цифровые двойники, цифровая трансформация, виртуальная модель, оптимизация процессов, инновации.

DIGITAL TWINS OF ENTERPRISE PRODUCTS

Nikolaeva Darya Alekseevna, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Razan, Russia
1934dasha@mail.ru

Abstract. This article examines the concept of digital twins as a key tool for digital transformation in industry. The advantages of using digital product doubles are listed, such as lower costs, improved product quality, faster innovation processes, and improved service levels. The main components of digital twins, such as a physical model, real-time data, analytics, simulation, and integration with production systems, are considered. The article focuses on the importance of digital twins for optimizing processes, increasing productivity and competitiveness of companies.

Keywords: digital twins, digital transformation, virtual model, process optimization, innovation.

Современные технологии активно трансформируют промышленность, внедряя инновационные подходы к проектированию, производству и управлению продуктами. Одна из основных концепций цифровой трансформации – это использование цифровых двойников.

Цифровой двойник является виртуальной репрезентацией физического объекта, процесса или системы, что дает возможность моделировать, анализировать и оптимизировать их поведение в реальном времени [1]. Цифровые двойники – это мощные инструменты со значительными преимуществами, особенно при разработке новой стратегии управления [2].

Цифровой двойник продукта представляет собой виртуальную модель определенного продукта. Производители используют этот тип цифрового двойника перед тем, как настроить производственную линию, для анализа того, как продукт будет функционировать в различных условиях и какие проблемы могут возникнуть в реальных условиях. Это даёт возможность вносить нужные изменения и разрабатывать более эффективный продукт. Как следствие, цифровой двойник физического изделия помогает уменьшить производственные затраты при его выходе на рынок [3].

Использование цифровых двойников продуктов предлагает организациям множество преимуществ [4]:

– Сокращение производственных затрат: Цифровые двойники позволяют выявлять и исправлять дефекты в виртуальной среде до начала производства, что минимизирует риски и обеспечивает надежность изделий.

– Сокращение времени выхода на рынок: Цифровые двойники ускоряют выход на рынок за счет быстрой виртуальной доработки продукта и оптимизации разработки, позволяя запускать продажи сразу после производства.

– Улучшение обслуживания: Цифровые двойники прогнозируют поломки, анализируя данные с датчиков, что позволяет предотвращать проблемы.

– Цифровой двойник продукта позволяет моделировать, анализировать и оптимизировать продукт на всех этапах его жизненного цикла. В рамках цифровой экосистемы предприятия цифровой двойник продукта тесно связан с несколькими ключевыми компонентами [5], все эти компоненты изображены на рис. 1.

Цифровые двойники продуктов используются в многих промышленных секторах, включая машиностроение, энергетический сектор, авиационную отрасль, автомобилестроение и другие направления.

Например, технология внедряется в гоночные автомобили. Британская команда McLaren установила многочисленные датчики в свои гоночные автомобили, которые отправляют данные в свою штаб-квартиру, где эта информация используется для создания цифрового близнеца гоночной машины. Помимо данных, отправляемых датчиками, система также использует другие доступные данные, такие, как погода, температура, состояние почвы, а затем создается машина, созданная в цифровом формате для виртуального запуска на

трассе. Этот процесс позволяет проводить прогнозный анализ и помогает гонщику получить информацию, которая поможет ему лучше подготовиться и выступить в гонке.

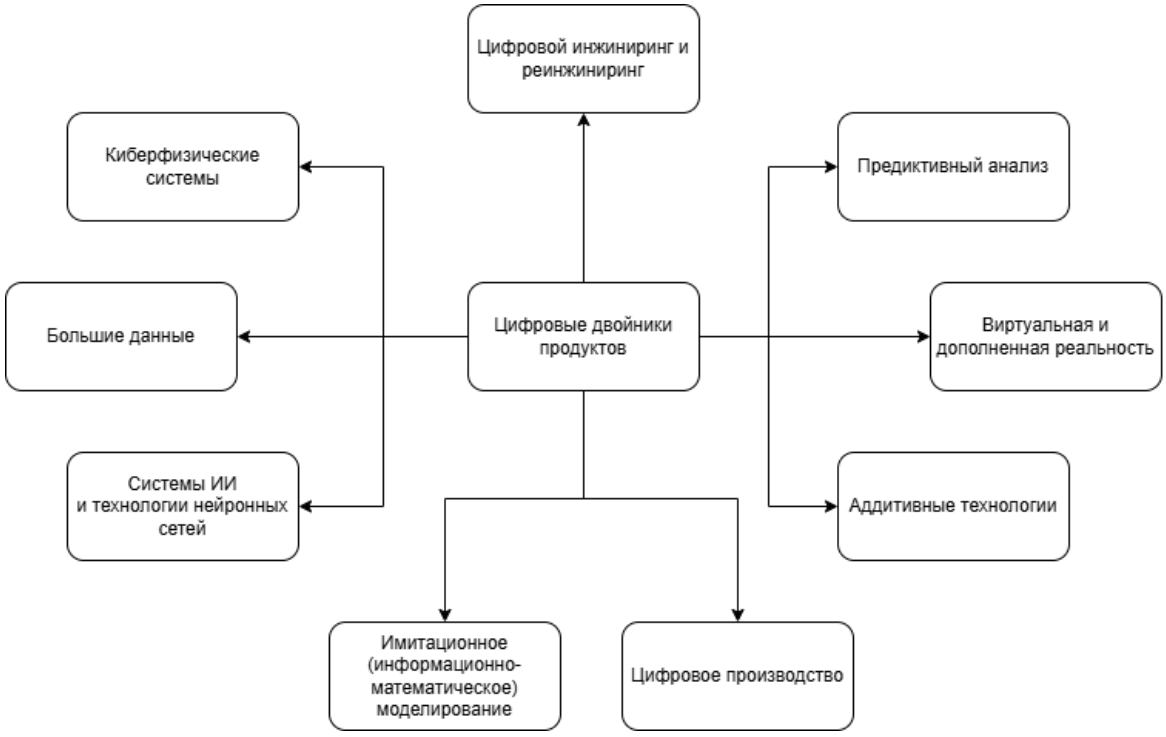


Рис. 1. Связи с компонентами цифровой экосистемы предприятия

Также технология цифровых двойников применяется для разработки автономных транспортных средств. Таким образом, применение технологии эффективно и приносит пользу не только для современных автомобилей, но и для автомобилей будущего.

Цифровые двойники демонстрируют свою универсальность, находя применение как в высокотехнологичных гоночных автомобилях, так и в сложных инженерных системах, таких как ядерные реакторы. Если в автоспорте виртуальные модели помогают оптимизировать стратегии гонок за счет анализа данных в реальном времени, то в атомной энергетике они открывают возможности для безопасного моделирования экстремальных режимов работы и модернизации оборудования.

Виртуальный аналог реактора, созданный в НИЯУ МИФИ, позволяет выполнять действия, недоступные на реальном оборудовании, например, увеличивать мощность и наблюдать за изменениями характеристик. В виртуальной среде можно заменять элементы, включать или отключать устройства, а также анализировать реакцию системы в режимах лабораторных работ, эмуляции реконструкции и модернизации.

Этот проект осуществляется в контексте современного подхода к развитию компетенций в сфере цифрового инжиниринга – от проектирования с

использованием САПР (CAD) и математического обоснования параметров объектов (CAE) до процессов производства и эксплуатации (CAM, PDM, PLM и др.) [6]. Использование виртуального объекта, детально воссозданного и описанного, повышает эффективность инженерной, научной и образовательной деятельности за счет интеграции цифровых данных. Это позволяет работать с объектом удаленно, моделировать различные сценарии, включая краш-тесты, которые в реальности невозможны или опасны.

Цифровые двойники продуктов предприятия представляют собой мощный инструмент для оптимизации процессов, повышения эффективности и снижения издержек в современных условиях цифровой трансформации. Они позволяют создавать виртуальные копии физических объектов, что открывает новые возможности для анализа, прогнозирования и управления на всех этапах жизненного цикла продукта. Применение цифровых двойников помогает повысить качество продуктов, ускоряет процесс вывода новых решений на рынок и усиливает конкурентоспособность компании.

Источники

1. Fan Y. [et al.] A digital-twin visualized architecture for Flexible Manufacturing System // Journal of Manufacturing Systems. 2021. № 1. PP. 176-201.
2. Смирнов Ю.Н., Каляшина А.В., Зиганшин Э.Ш. Интеграция автоматизированных систем управления как один из факторов повышения эффективности работы машиностроительного предприятия // Вестник МГТУ «Станкин». 2021. № 1(56). С. 19-24.
3. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.
4. Тасуева Х.З.А., Албогачиева Л.А., Николаева С.Г. Автоматизация бизнеспроцессов с использованием системного подхода // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 393-395.
5. Зарипова Р.С., Валеева Ю.С., Смирнов Ю.Н. [и др.] Цифровые технологии в решении проблем современности: монография.
6. Цифровой двойник исследовательского ядерного реактора, [Электронный ресурс]. https://mephi.ru/press/news/17341 (дата обращения 09.03.2025).
7. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 207-210.

УДК 004.89:658.7

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В УПРАВЛЕНИИ ЦЕПОЧКАМИ ПОСТАВОК: ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОЗРАЧНОСТИ

Новиков Александр Викторович, Петросян Лусинэ Эдуардовна
ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Москва, Россия
alexandr.novikov.2404@gmail.com

Аннотация. В статье исследуется использование цифровых двойников в управлении цепочками поставок с акцентом на интеграцию информационных систем, таких как ERP, SCM и IoT. Рассматриваются теоретические основы технологии, методология разработки цифровых моделей, их практическое применение для повышения устойчивости и прозрачности процессов. Особое внимание уделено преимуществам, вызовам и перспективам применения цифровых двойников в глобальной логистике на основе реальных примеров.

Ключевые слова: цифровой двойник, цепочки поставок, информационные системы, управление, устойчивость, прозрачность

DIGITAL TWINS IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: INTEGRATION OF INFORMATION SYSTEMS FOR ENHANCING RESILIENCE AND TRANSPARENCY

Novikov Aleksandr Viktorovich, Petrosyan Lusine Eduardovna
Moscow State University of Technology and Management, Moscow, Russia
alexandr.novikov.2404@gmail.com

Abstract. This article investigates the application of digital twins in supply chain management, emphasizing the integration of information systems like ERP, SCM, and IoT. It explores the theoretical foundations of the technology, the methodology for developing digital models, and their practical use in enhancing process resilience and transparency. Special attention is given to the advantages, challenges, and future prospects of digital twins in global logistics, supported by real-world examples.

Keywords: digital twin, supply chain, information systems, management, resilience, transparency

Современные цепочки поставок сталкиваются с беспрецедентной сложностью из-за глобализации, увеличения объемов торговли и

непредсказуемых внешних факторов, таких как пандемии, природные катастрофы или геополитические конфликты. Эти вызовы требуют новых подходов к управлению, где традиционные методы оказываются недостаточно гибкими [1]. Цифровые двойники – виртуальные модели физических процессов, синхронизированные с реальными данными в режиме реального времени, – становятся мощным инструментом для мониторинга, анализа и оптимизации цепочек поставок [2]. Они позволяют компаниям не только отслеживать текущие операции, но и прогнозировать сбои, повышая устойчивость и обеспечивая прозрачность для всех участников – от поставщиков до конечных потребителей [3].

Цель статьи – исследовать, как цифровые двойники могут улучшить управление цепочками поставок через интеграцию информационных систем, таких как системы планирования ресурсов предприятия (ERP), управления цепочками поставок (SCM) и Интернета вещей (IoT). Мы рассмотрим теоретические основы технологии, методологию её разработки, практические примеры из промышленности и логистики, а также обозначим ключевые вызовы и направления развития в условиях современной экономики [4].

Теоретические основы.

Цифровой двойник представляет собой виртуальную копию физической системы, которая обновляется в реальном времени на основе данных из реального мира [1]. В контексте цепочек поставок он охватывает весь жизненный цикл – от закупки сырья и производства до складирования, транспортировки и доставки конечному потребителю. Его архитектура включает несколько уровней: физический слой (реальная цепочка поставок с её участниками и активами), слой данных (информация о запасах, местоположении грузов, производственных мощностях), интеграционный слой (объединение разнородных источников данных) и слой симуляции (моделирование и прогнозирование процессов) [4].

Ключевым элементом цифрового двойника является интеграция информационных систем. ERP-системы, такие как SAP или Oracle, предоставляют данные о запасах, заказах и финансовых потоках; SCM-системы, например, JDA или Manhattan Associates, обеспечивают информацию о логистике, поставщиках и планировании; IoT-устройства (датчики температуры, GPS-трекеры) добавляют данные о состоянии грузов и оборудования в реальном времени [5]. Эта интеграция позволяет создавать целостную модель цепочки поставок, выявлять узкие места (например, задержки на таможне) и прогнозировать изменения спроса или предложения [2]. Теоретически, добавление блокчейн-технологий может

повысить прозрачность, фиксируя транзакции между участниками в неизменяемом виде [6].

Методология разработки.

Этапы создания цифрового двойника для цепочки поставок состоит:

1. Сбор данных: Информация поступает из множества источников – ERP-систем (уровень запасов, статус заказов), SCM (графики поставок, маршруты), IoT-устройств (местоположение грузов, температура в контейнерах) и внешних баз (погодные условия, рыночные тренды) [7]. Качество данных напрямую влияет на точность модели.

2. Интеграция данных: Разнородные данные объединяются в единую платформу. Это требует стандартизации форматов (например, через XML или JSON) и использования API для связи между системами ERP, SCM и IoT [5].

3. Моделирование: Создаются виртуальные модели ключевых процессов – складских операций, транспортных потоков, производственных линий. Например, модель склада может отражать размещение товаров и их движение [8].

4. Симуляция и анализ: Проводятся тесты сценариев, таких как задержка поставки из-за шторма или рост спроса на продукт. Это помогает выявить риски и оптимизировать решения [4].

5. Обновление и синхронизация: Модель постоянно обновляется новыми данными, поступающими от IoT и других источников, для обеспечения актуальности прогнозов и рекомендаций [6].

Для реализации используются технологии: IoT для мониторинга в реальном времени, облачные платформы (Amazon Web Services, Microsoft Azure) для хранения и обработки больших объемов данных, а также аналитические инструменты (Tableau, Power BI) для визуализации и прогнозов [9].

Практические применения.

Цифровые двойники находят широкое применение в цепочках поставок:

– Управление запасами: Модель анализирует данные о продажах и поставках, прогнозируя спрос и предотвращая переизбыток или дефицит. Например, Walmart использует цифровые двойники для оптимизации складов, снижая издержки на хранение [2].

– Логистика и транспортировка: Отслеживает грузы в реальном времени, предлагая альтернативные маршруты при сбоях. Логистическая компания DHL внедрила цифровые двойники для управления международными перевозками, сократив время доставки [8].

– Производство: Симулирует влияние отказов оборудования или изменения заказов на поставки. BMW использует технологию для координации своих заводов, минимизируя простои в цепочке [9].

Пример из практики: в 2020 году фармацевтическая компания Pfizer применила цифровой двойник для управления поставками вакцин, отслеживая температуру и сроки доставки, что обеспечило их устойчивость в условиях пандемии [3]. Это демонстрирует, как технология повышает прозрачность и надежность [10].

Вызовы и перспективы.

Применение цифровых двойников сталкивается с рядом трудностей:

– Интеграция данных: Разные системы (ERP, SCM) часто используют несовместимые форматы и протоколы, что требует сложных решений для их объединения [5].

– Инфраструктурные затраты: Развертывание IoT-устройств, облачных серверов и аналитических платформ связано с высокими начальными инвестициями и эксплуатационными расходами [9].

– Безопасность данных: Большие объемы информации, включая конфиденциальные данные о поставщиках и клиентах, уязвимы для кибератак, что требует надежных мер защиты [6].

– Сложность масштабирования: Адаптация технологии к небольшим компаниям с ограниченными ресурсами пока ограничена [2].

Перспективы развития включают использование искусственного интеллекта для более точных прогнозов спроса и сбоев, интеграцию с блокчейн для обеспечения неизменяемости данных о транзакциях, а также разработку упрощённых моделей для малого и среднего бизнеса. В будущем цифровые двойники могут стать стандартом управления цепочками поставок, особенно с ростом технологий 5G и edge computing [10].

Цифровые двойники, интегрируя информационные системы вроде ERP, SCM и IoT, трансформируют управление цепочками поставок, делая их более устойчивыми и прозрачными [1]. Реальные примеры, такие как Pfizer, Walmart и BMW, подтверждают их способность решать сложные задачи в условиях неопределенности. Несмотря на вызовы, связанные с интеграцией и затратами, технология имеет огромный потенциал для оптимизации глобальной логистики, особенно с развитием новых инструментов и подходов [2].

Источники

1. Tao F., Zhang M., Liu Y., Nee A.Y.C. Digital twin in industry: State-of-the-art // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2019. Vol. 15. № 4. PP. 2405-2415.

2. Ivanov D., Dolgui A. A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0 // Production Planning & Control. 2021. Vol. 32. № 9. PP. 775-788.

3. Choi T.M., Wen X., Sun X., Chung S.H. The mean-variance approach for global supply chain risk analysis with digital twin // Omega. 2022. Vol. 107. PP. 102556.

4. Leng J., Yan D., Liu Q. [et al.] Digital twin-driven supply chain planning: A review // International Journal of Production Research. 2021. Vol. 59. № 16. PP. 4905-4925.

5. Dolgui A., Ivanov D., Sethi S.P. Digital supply chain twins: Managing the ripple effect and resilience // International Journal of Production Economics. 2020. Vol. 229. PP. 107883.

6. Li X., Wang J., Huang Z. Blockchain-enabled digital twin collaboration platform for heterogeneous socialized manufacturing resources // Journal of Manufacturing Systems. 2021. Vol. 61. PP. 45-56.

7. Panetto H., Lezoche M., Diaz R. Information systems and digital twins: Challenges and opportunities for supply chain management // IFAC-PapersOnLine. – 2020. Vol. 53. № 2. PP. 10575-10580.

8. Wamba S.F., Queiroz M.M. The role of digital twins in supply chain visibility and resilience // Computers in Industry. 2021. Vol. 128. PP. 103429.

9. Ghobakhloo M., Fathi M. Industry 4.0 and opportunities for supply chain management: A digital twin perspective // Procedia Manufacturing. 2020. Vol. 51. PP. 159-165.

10. Schniederjans D.G., Curado C., Khalajhedayati M. Supply chain digitisation trends: An integration of digital twins and blockchain // International Journal of Production Research. 2022. Vol. 60. № 7. PP. 2256-2272.

УДК 004.9

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ СЕТИ ГОСТЕПРИИМСТВ ДЛЯ БЮДЖЕТНОГО ТУРИЗМА

Новикова Анна Александровна, Вайнилович Юлия Викторовна
МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь
ylia.v@tut.by

Аннотация. В статье представлена концептуальная модель онлайн-платформы сети гостеприимств для бюджетного туризма. Диаграммы включают в себя ключевые аспекты, реализованные на платформе. Особое внимание уделено модулям, обеспечивающим персонализированный подбор маршрутов, бронирование мест проживания и участие в туристических мероприятиях.

Ключевые слова: туризм, концептуальная модель, онлайн-платформа.

CONCEPTUAL MODEL OF AN ONLINE PLATFORM FOR A HOSPITALITY NETWORK IN BUDGET TOURISM

Novikova Anna Alexandrovna, Vainilovich Yulia Viktorovna
Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus
ylia.v@tut.by

Abstract. This article presents a conceptual model of an online platform for a hospitality network in budget tourism. The diagrams include key aspects implemented on the platform. Special attention is given to the modules that ensure personalized route selection, accommodation booking, and participation in tourist activities.

Keywords: online platform, tourism, conceptual model.

Онлайн-платформа сети гостеприимств для бюджетного туризма представляет собой инновационное решение, которое создано для взаимодействия туристов и принимающих сторон. Данная система значительно облегчает процесс поиска доступного жилья, организации маршрутов и участия в различных мероприятиях, что делает ее востребованной среди самостоятельных путешественников, студентов и активных людей, желающих исследовать новые места без значительных затрат и предпочитающих нестандартные формы отдыха [1].

Для наглядности приведена контекстная диаграмма, иллюстрирующая взаимодействие системы с внешними сущностями (рисунок 1), а также схема модулей, демонстрирующая их взаимосвязи и процессы обработки данных (рисунок 2).

Таким образом, видно, как данные поступают в систему, как они обрабатываются на различных этапах и как взаимодействуют между собой отдельные компоненты. Онлайн-платформа сети гостеприимств решает такие проблемы пользователей-туристов, как долгий поиск места ночлега по низкой цене, бронирование за месяц дат в праздники, нехватка номеров в хостлах или отелях. Владельцы хостов, в свою очередь, имеют возможность бесплатного ночлега в стране своего жильца. Онлайн-платформа сети гостеприимств взаимодействует с двумя видами пользователей: пользователи-туристы и владельцы хостов. С помощью системы пользователи делятся отзывами о путешествиях, принимают участие в мероприятиях различного характера, становятся участниками групп по интересам и заводят новые знакомства.

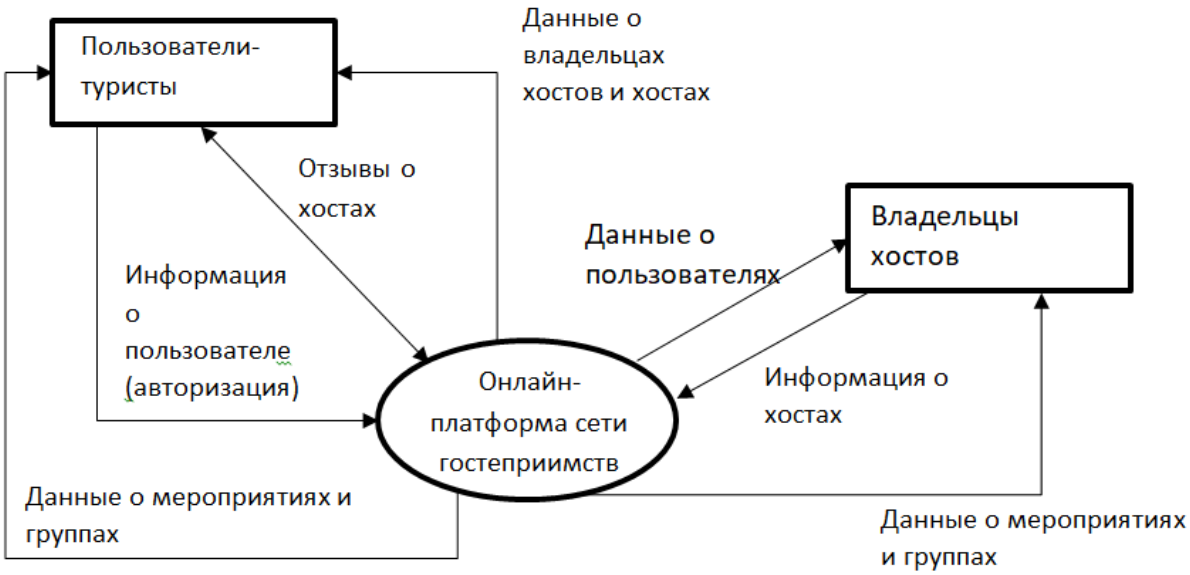


Рис. 1. Контекстная диаграмма онлайн-платформы сети гостеприимств

Функциональные возможности платформы охватывают не только базовые аспекты, которые подразумевает собой сеть гостеприимств, включая подбор нужного хоста и построение оптимального маршрута для путешествия, но и социальные функции для привлечения внимания людей и их длительного времяпрепровождения на платформе за спикингом (чаттингом в группах). Данные функции осуществляются одновременной работой множества модулей, каждый из которых отвечает за выполнение определенных задач.

Модуль туриста-пользователя отвечает за предоставления списка хостов со всей подробной информацией, включая и владельца этого хоста, на платформе имеется возможность фильтрации хостов для более быстрого нахождения нужного варианта. Модуль подбора маршрута оснащен интеллектуальным помощником – оптимальным планировщиком, который составит подходящий и короткий маршрут для передвижения по стране, посещая все выбранные города и достопримечательности. Турист-пользователь

указывает все возможные требования к маршруту: город ночлега, количество человек, даты прибытия и отъезда, выбирает хобби и интересы принимающей стороны для комфортных вечерних бесед. После анализа всех введенный данных пользователю предоставляется список наиболее подходящих релевантных хостов с полной базой отзывов об удобствах.

Модуль владельца хоста отвечает за модуль управления бронями, где происходит весь процесс бронирования. Владельцу хоста предоставляется полная информация о потенциальном жильце и его интересах, о дате и времени планируемого заезда. Владелец безвозмездно предоставляется туристу жилье.

Рис. 2. Схема взаимодействия модулей на онлайн-платформе сети гостеприимств

Платформа объединяет большие группы пользователей, которые значительно экономят время на поиск подходящего жилья в чужой стране. Целевой аудиторией данной системы являются туристы, которые отлают предпочтение неклассическому туризму, а любят активный отдых и новые знакомства. Платформа предлагает широкие возможности для пользователей, учитывая все их предпочтения для подбора наиболее удобного варианта.

Источники

1. Новикова А.А., Вайнилович Ю.В. Анализ существующих онлайн-платформ сети гостеприимств // Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. Брянск, 2025. С. 594-596.

УДК 332.1(470)

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА ТАТАРСТАНА: ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТ РЕГИОНА

Нотфуллина Самира Рамилевна, Сорокина Кристина Владиславовна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Snotfullina311006@mail.ru1

Аннотация. Статья рассматривает влияние цифровой экосистемы на экономический рост Татарстана. Особое внимание уделяется внедрению инновационных технологий, таких как 5G, и их роли в развитии различных секторов экономики региона, включая сельское хозяйство, образование и бизнес. Приводятся статистические данные о росте цифровой инфраструктуры, а также о положительных экологических и экономических эффектах от внедрения «умных» городских решений. Исследование подчеркивает важность цифровизации для устойчивого развития и конкурентоспособности Татарстана в современном экономическом пространстве.

Ключевые слова: цифровизация, Татарстан, 5G, экономический рост, сельское хозяйство, инвестиции, цифровая инфраструктура, «умные» города, экологические технологии, инновации.

TATARSTAN'S DIGITAL ECOSYSTEM: INFLUENCE ON THE FORMATION OF THE ECONOMIC GROWTH OF THE REGION

Notfullina Samira Ramilevna, Sorokina Kristina Vladislavovna
KSPEU, Kazan, Russia
Snotfullina311006@mail.ru

Abstract. The article examines the impact of the digital ecosystem on the economic growth of Tatarstan. Special attention is paid to the introduction of innovative technologies such as 5G and their role in the development of various sectors of the region's economy, including agriculture, education and business. Statistical data on the growth of digital infrastructure, as well as on the positive environmental and economic effects of the introduction of "smart" urban solutions are presented. The study highlights the importance of digitalization for the sustainable development and competitiveness of Tatarstan in the modern economic space.

Keywords: digitalization, Tatarstan, 5G, economic growth, agriculture, investments, digital infrastructure, smart cities, environmental technologies, innovations.

Татарстан – один из самых динамично развивающихся регионов России, и не только благодаря своему стратегическому расположению или богатой

истории, но и за счет мощного потенциала в сфере цифровых технологий. Развитие цифровой экосистемы в республике играет ключевую роль в стимулировании экономического роста, создавая новые возможности для бизнеса и повышая качества жизни граждан [1].

Цифровая экосистема Татарстана представляет собой интегрированную структуру, в которой взаимодействуют различные компоненты, включая инновации в области информационных технологий, стартап-экосистему, государственную поддержку и запросы местных предпринимателей. Эта экосистема охватывает не только технологические аспекты, но и социально-экономические процессы, направленные на создание устойчивой цифровой инфраструктуры. В последние годы республика активно реализует стратегии по развитию высокоскоростного интернета, созданию центров обработки данных, а также внедрению цифровых платформ для взаимодействия бизнеса с государственными структурами. Данные усилия способствуют ускорению цифровой трансформации и улучшению делового климата региона.

Казань – это не только культурная столица, но и центр технологического прогресса. Здесь, в первую очередь, развивается IT-индустрия, а именно в сфере создания программных решений для различных отраслей. Разработчики из Татарстана работают над созданием инновационных продуктов для экономики, включая системы автоматизации, облачные платформы и решения для аналитики больших данных. Казанский технопарк и ИТ-парк – это не просто крыша для стартапов, но и серьёзный бизнес-инкубатор, который помогает продвигать инновации на мировой рынок.

Одним из ярких примеров является проект «Цифровое РТ», который включал в себя создание государственных и частных цифровых платформ для оптимизации работы госструктур и повышения эффективности бизнеса. Благодаря этому проекту был значительно улучшен доступ бизнеса к государственным услугам, а также упростился процесс регистрации и получения разрешений, что стимулировало развитие новых предприятий [2].

Цифровизация Татарстана имеет большое значение не только для бизнеса, но и для образования. Студенты и преподаватели получают доступ к новейшим образовательным платформам, которые позволяют повышать квалификацию, обучаться в удобном формате и интегрировать технологии в повседневную жизнь. Казанский федеральный университет, например, активно сотрудничает с ведущими мировыми университетами в области разработки цифровых курсов и образовательных технологий.

Цифровая экосистема также открывает новые горизонты для карьерного роста. Уже сегодня выпускники вузов Татарстана, обладая знаниями в области IT и инженерии, активно востребованы на рынке труда. Более того, республике удалось не только наладить внутреннюю инфраструктуру, но и занять

лидирующие позиции в России по количеству специалистов в области цифровых технологий [3].

Татарстан стал настоящей кузницей стартапов. Регион поддерживает предпринимателей через различные государственные программы, а также предоставляет возможности для развития малых и средних предприятий (МСБ). В Татарстане создано несколько крупных технологических кластеров, которые способствуют развитию новых высокотехнологичных компаний. В Казани, например, ежегодно проводятся международные форумы и стартап-мероприятия, такие как Kazan Digital Week, на которых демонстрируются достижения в сфере ИТ и технологий.

Один из ярких примеров успеха – компания NTechLab, разработавшая технологию распознавания лиц, которая используется в разных странах мира, включая Россию. Пример таких стартапов вдохновляет молодых предпринимателей региона на создание инновационных решений, что, в свою очередь, стимулирует экономический рост через привлечение инвестиций, создание рабочих мест и развитие новых отраслей.

Не менее важным фактором для роста экономики региона является активное развитие цифровой инфраструктуры. Татарстан – это один из лидеров по внедрению технологии 5G в России. Для предпринимателей это означает не только более быстрый интернет, но и новые возможности для запуска инновационных решений в сфере медицины, транспорта и логистики.

Внедрение цифровых платформ в аграрном секторе значительно повысило эффективность сельского хозяйства, позволив фермерам управлять ресурсами, отслеживать урожайность и оптимизировать расходы. Такие технологии помогают снижать издержки, повышать качество продукции и привлекать инвесторов, заинтересованных в высоких технологиях [4].

Цифровая трансформация Татарстана активно влияет и на экономику региона. Например, внедрение сети 5G в Казани к 2023 году охватило более 80% крупных бизнес-объектов и жилых комплексов, что значительно повысило скорость и качество связи, а также открыло новые возможности для бизнеса. В 2022 году в цифровую инфраструктуру региона было инвестировано около 5 миллиардов рублей, что позволило обновить каналы связи и улучшить доступность интернета, особенно в удаленных районах. В аграрном секторе внедрение цифровых технологий повысило продуктивность на 15% за три года, а в сфере экологии использование «умных» систем управления ресурсами помогло сократить выбросы CO2 на 10% с 2020 года. Эти данные подтверждают, как цифровизация способствует не только развитию новых технологий, но и устойчивому экономическому росту региона.

Цифровая экосистема Татарстана влияет на экономику региона гораздо глубже, чем может показаться на первый взгляд. Внедрение новых технологий

способствует не только росту отдельных секторов экономики, но и стимулирует создание новых рабочих мест, увеличение налоговых поступлений и улучшение инфраструктуры. Кроме того, цифровизация помогает повысить конкурентоспособность Татарстана на международной арене. В последние годы республика стала привлекать всё больше иностранных инвесторов, заинтересованных в сотрудничестве с местными предприятиями, что также способствует росту экономики [5].

Цифровая экосистема Татарстана – это не просто тренд, а фундаментальная основа для будущего экономического роста региона. Благодаря внедрению инновационных технологий, поддержке стартапов и инвестированию в образование Татарстан создает конкурентоспособную среду для бизнеса, что способствует не только экономическому процветанию, но и улучшению качества жизни для каждого гражданина. Всё это подтверждает, что цифровизация – это не только про технологии, но и про реальный вклад в развитие региона и страны в целом.

Источники

1. Вострикова Ю.В. Внедрение цифровых инструментов в систему регионального управления // Проблемы теории и практики управления. 2024. № 5-6. С. 120-133.

2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 года № 1632-р.

3. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы».

4. Шаймиева Э.Ш., Гумерова Г.И., Хакимова Р.Н. Создание экосистемы креативных индустрий: прикладные аспекты менеджмента концепции стартапа // Креативная экономика. 2024. Т. 18, № 1. С. 145-166.

5. Худов А.М. Методы и инструменты управления цифровой трансформацией региона: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук, 2023. С. 217.

УДК 338.24

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТОВ

Оленин Максим Максимович, Коврижных Ольга Евгеньевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
olenin100040@gmail.com

Аннотация. Цифровизация является неотъемлемым элементом современной экономики, оказывая значительное влияние на повышение эффективности реализации проектов в различных отраслях. Внедрение информационных технологий позволяет усовершенствовать управление, снизить временные и финансовые затраты, улучшить качество процессов и повысить точность принимаемых решений. В статье рассматриваются прямые, косвенные и качественные эффекты цифровизации на примере IT-проектов, демонстрируя их вклад в производительность и конкурентоспособность предприятий. Особое внимание уделено анализу влияния цифровых инструментов на координацию процессов, минимизацию рисков и повышение прозрачности взаимодействия между участниками проектов.

Ключевые слова: Цифровизация, информационные технологии, экономическая эффективность, IT-проекты, качественные эффекты, прямые и косвенные эффекты

THE IMPACT OF DIGITALIZATION ON THE ECONOMIC EFFICIENCY OF PROJECTS

Olenin Maxim Maksimovich, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
olenin100040@gmail.com

Abstract. Digitalization is an integral part of the modern economy, exerting a significant impact on increasing the efficiency of project implementation in various industries. The introduction of information technologies allows improving management, reducing time and financial costs, improving the quality of processes and increasing the accuracy of decisions. The article examines the direct, indirect and qualitative effects of digitalization using IT projects as an example, demonstrating their contribution to the productivity and competitiveness of enterprises. Particular attention is paid to the analysis of the impact of digital tools on process coordination, risk minimization and increasing the transparency of interaction between project participants

Keywords: Digitalization, information technology, economic efficiency, IT projects, qualitative effects, direct and indirect effects.

В условиях стремительного развития технологий и глобализации цифровизация становится одним из важнейших инструментов для обеспечения устойчивого роста и конкурентоспособности предприятий. Переход к цифровым решениям позволяет компаниям более эффективно управлять производственными, административными и аналитическими процессами. Современные IT-проекты, являясь основой цифровой трансформации, оказывают комплексное влияние на экономическую эффективность различных отраслей, способствуя улучшению координации, повышению скорости выполнения задач и сокращению издержек.

Цифровизация охватывает широкий спектр технологий, включая веб-приложения, ERP-системы, облачные платформы и системы аналитики. Эти инструменты обеспечивают комплексный подход к управлению ресурсами, оптимизации производственных процессов и повышению качества взаимодействия между подразделениями. Внедрение IT-проектов становится ключевым фактором повышения экономической эффективности, позволяя компаниям более гибко адаптироваться к изменениям рыночной среды и оперативно реагировать на новые вызовы.

Экономическая эффективность – это способность предприятия достигать максимальных результатов при минимальных затратах ресурсов. В ИТ-проектах необходимо различать три группы эффектов: прямые, качественные и косвенные[1]. Прямые эффекты напрямую связаны с первоначальными целями ИТ-проекта и могут быть измерены в стоимостной форме [1], они возникают в связи с непосредственным сокращением временных и финансовых затрат за счет автоматизации и цифровизации процессов:

– Снижение временных затрат. Например, в компании ICL Services внедрение веб-приложения для управления производственными процессами позволило сократить время согласования заказов на 40%.

– Уменьшение финансовых расходов. Цифровизация способствует сокращению издержек, связанных с обработкой данных, логистикой и управлением ресурсами.

– Минимизация потерь ресурсов. Современные IT-решения обеспечивают более точный учет и контроль расхода материалов, что позволяет избежать избыточных закупок и уменьшить количество производственных отходов.

Косвенные эффекты проявляются в улучшении качества управления и принятия решений, а также в повышении прозрачности и согласованности действий:

– Повышение точности планирования. Информационные системы позволяют собирать и анализировать данные в реальном времени, что способствует более точному прогнозированию потребностей и распределению ресурсов.

– Улучшение аналитики. Внедрение цифровых инструментов обеспечивает доступ к расширенной аналитике, что позволяет выявлять узкие места в процессах и разрабатывать более эффективные стратегии их устранения.

– Снижение рисков. Современные системы мониторинга и контроля позволяют заранее выявлять потенциальные проблемы и предотвращать их, минимизируя финансовые и репутационные потери.

Качественные эффекты связаны с улучшением взаимодействия между участниками проектов, повышением уровня ответственности и созданием комфортной рабочей среды [2]:

– Повышение прозрачности процессов. Цифровые инструменты позволяют отслеживать выполнение задач в реальном времени, что способствует более четкой координации действий и снижению вероятности ошибок.

– Улучшение взаимодействия между подразделениями. Внедрение единой информационной системы обеспечивает доступ всех участников проекта к актуальным данным, что упрощает коммуникацию и ускоряет принятие решений.

– Рост удовлетворенности сотрудников и клиентов. В свою очередь, упрощение работы и снижение нагрузки на сотрудников повышает их мотивацию и вовлеченность.

На примере компании ICL Services можно наглядно продемонстрировать влияние цифровизации на экономическую эффективность[3]. В рамках проекта по разработке веб-приложения для управления производственными процессами были достигнуты значительные улучшения. Приложение позволило сократить время согласования производственных заданий на 40%, уменьшить простои оборудования на 30% и снизить потери материалов за счет более точного планирования[4]. Кроме того, интеграция с ERP-системами обеспечила синхронизацию данных о запасах, трудозатратах и финансовых показателях, что способствовало повышению прозрачности и эффективности управления.

Несмотря на очевидные преимущества, цифровизация сопряжена с рядом рисков, влияющих на экономическую эффективность проектов.

Основные риски включают:

– возможные сбои в IT-системах, устаревание программного обеспечения и проблемы с интеграцией различных платформ.

– увеличение угроз информационных атак и утечки данных требует дополнительных инвестиций в безопасность.

– изменения в структуре и культуре компании могут вызывать сопротивление сотрудников и замедлять внедрение новых технологий.

Для минимизации данных рисков рекомендуется:

– разработка комплексной стратегии цифровой трансформации с учетом возможных угроз;

– инвестиции в системы обеспечения безопасности и регулярное обновление компонентов IT-инфраструктуры;

– проведение обучающих программ для сотрудников с целью повышения их квалификации и адаптации к новым условиям работы.

Экономические преимущества цифровой трансформации находят отражение в различных аспектах деятельности компаний, что является необходимым условием для их успешного функционирования в условиях быстро меняющегося мира [5]. Цифровизация оказывает комплексное влияние на экономическую эффективность проектов в различных отраслях, способствуя снижению издержек, повышению скорости выполнения задач и улучшению качества управления. Опыт компаний, таких как ICL Services, подтверждает значимость IT-проектов для повышения производительности и конкурентоспособности. В условиях дальнейшей цифровой трансформации успешность предприятий будет напрямую зависеть от их способности адаптироваться к новым технологическим требованиям и эффективно использовать современные цифровые инструменты.

Источники

1. Коврижных О.Е. Виды эффектов ИТ-проектов: проблемы идентификации и оценки // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 1(51). С. 136-139.

2. Бушуева Е.В. Зачем нужна цифровизация образования: понятие и задачи цифровизации // Педагогика, психология, общество: от теории к практике: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 2022. С. 81-82.

3. Кобзев В.В., Бабкин А.В., Скоробогатов А.С. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности // π-Economy. 2022. Т. 15. № 5. С. 7-27.

4. Климовец О.В. Влияние цифровизации компаний на их экономическую эффективность // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Экономика и управление. 2021. №3.

5. Коврижных О.Е., Вячина И.Н. Экономические преимущества цифровой трансформации учёта прибыли с рейсов транспортной организации // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 11. № 10(151). С. 85-91.

УДК 004.9:658.5

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Оленин Максим Максимович, Халидов Али Анварович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
olenin100040@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается значение современных программных средств для управления производственными процессами в условиях цифровой трансформации. Описаны основные функции и преимущества таких решений, включая создание единой информационной среды, автоматизацию рутинных операций, управление ресурсами и контроль качества.

Ключевые слова: Управлением производством, управление ресурсами, цифровизация, управление ресурсами, программные средства.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR MANAGING PRODUCTION PROCESSES

Olenin Maksim Maksimovich, Khalidov Ali Anvarovich
KSPEU, Kazan, Russia
[1]olenin100040@gmail.com

Abstract. The article examines the importance of modern software tools for managing production processes in the context of digital transformation. The main functions and advantages of such solutions are described, including the creation of a unified information environment, automation of routine operations, resource management and quality control.

Keywords: Production management, resource management, digitalization, resource management, software.

В условиях стремительного развития технологий и постоянно возрастающих требований к эффективности производственных процессов предприятия всё чаще обращаются к цифровым инструментам, способным повысить прозрачность и скорость выполнения задач, улучшить координацию между подразделениями и снизить затраты. Одним из таких инструментов являются современные программные средства, предназначенные для комплексного управления производством. Эффективное использование доступных ресурсов в итоге позволяет существенно увеличить производительность и улучшить ключевые экономические показатели

компании. В традиционных моделях управления производством информация часто хранится в разрозненных системах, что затрудняет доступ к актуальным данным и усложняет координацию между подразделениями. В результате возникают задержки в выполнении задач, увеличивается риск ошибок и снижается оперативность принятия решений [1]. Современные программные решения объединяют все потоки данных в единую систему, предоставляя руководству полный и достоверный обзор производственной деятельности в режиме реального времени.

Такой подход не только упрощает контроль за выполнением работ, но и способствует повышению прозрачности процессов. Каждая операция фиксируется в системе, что позволяет отслеживать её выполнение на каждом этапе. Это особенно важно для своевременного выявления отклонений от плана и быстрого реагирования на возникающие проблемы. Например, если на каком-то этапе возникает задержка из-за нехватки материалов или поломки оборудования, система оперативно оповещает ответственных сотрудников, что позволяет быстро принять корректирующие меры и минимизировать простой.

Кроме того, накопленные данные становятся основой для проведения аналитики и оценки эффективности, что даёт возможность принимать обоснованные решения на основе фактической информации. Это позволяет не только эффективно справляться с текущими задачами, но и формировать стратегические планы для устойчивого развития компании.

Автоматизация рутинных операций – ещё одно значительное преимущество программных средств. В условиях традиционного управления выполнение многих задач требует значительных временных и трудовых затрат. Планирование загрузки оборудования, распределение производственных заданий, контроль сроков и объёмов производства – всё это нередко осуществляется вручную, что не только увеличивает время выполнения работ, но и повышает риск возникновения ошибок. Современные программные решения позволяют автоматизировать эти процессы, минимизируя влияние человеческого фактора и значительно ускоряя выполнение задач.

Помимо ускорения производственных процессов, автоматизация позволяет снизить нагрузку на сотрудников. Освобождение от рутинных операций даёт возможность специалистам сосредоточиться на более сложных и креативных задачах, связанных с совершенствованием технологий, повышением качества продукции и разработкой новых направлений деятельности. Таким образом, программные средства не только повышают эффективность производства, но и способствуют профессиональному росту персонала.

Они позволяют отслеживать наличие материалов, состояние оборудования, занятость персонала и финансовые показатели, что обеспечивает комплексный подход к планированию и учёту. Интеграция с корпоративными ERP-системами позволяет синхронизировать данные, избегая дублирования информации и сокращая время на её обработку. Например, информация о потребности в материалах, полученная из производственного модуля, автоматически передаётся в отдел закупок, что упрощает процесс формирования заявок и предотвращает задержки в поставках.

Используя накопленные данные, система может выявлять закономерности, оценивать эффективность производственных процессов и предлагать пути их улучшения. Это позволяет не только улучшить текущие операции, но и строить долгосрочные планы, учитывая возможные изменения в рыночной среде и внутренние потребности предприятия.

Система фиксирует любые отклонения от заданных параметров и оперативно сообщает о них ответственным лицам, что позволяет быстро устранять выявленные недочёты и минимизировать риск выпуска бракованной продукции.

Экономическая эффективность от применения программных средств выражается в уменьшении времени на выполнение задач, снижении расходов на операционную деятельность и росте общей производительности. Быстрая работа с данными и автоматизация повторяющихся процессов существенно уменьшают трудозатраты, что приводит к сокращению расходов на оплату труда и повышает точность при составлении планов. Кроме того, уменьшение простоев оборудования и ускорение выполнения производственных заданий повышают коэффициент полезного действия производственных мощностей. В результате этих мер финансовые показатели предприятия улучшаются.

Масштабируемость и гибкость программных решений позволяют адаптировать их под потребности конкретного предприятия, независимо от его размера и специфики деятельности. Внедрение может происходить поэтапно, начиная с базовых модулей и постепенно расширяя функциональность по мере роста потребностей [2]. Такой подход позволяет минимизировать начальные затраты и одновременно подготовить предприятие к дальнейшему развитию и увеличению объёмов производства [3].

Помимо этого, программные средства могут быть адаптированы к специфическим требованиям различных отраслей промышленности. В зависимости от сферы деятельности могут быть разработаны специализированные модули, учитывающие особенности конкретного производства – например, управление проектами в строительстве, контроль

технологических процессов в машиностроении или управление складскими запасами в торговле.

Программные средства обеспечивают комплексный подход к управлению, повышая прозрачность, скорость и точность выполнения задач. В условиях жёсткой конкуренции и быстро меняющейся рыночной среды цифровизация становится необходимым условием для сохранения и укрепления позиций на рынке [4]. Компании, внедряющие современные технологии, получают значительное конкурентное преимущество, закладывая основу для долгосрочного устойчивого развития и повышения производительности [5].

Применение таких решений позволяет предприятиям оперативно реагировать на изменения, повышать качество продукции и услуг, минимизировать затраты и улучшение использование ресурсов. В конечном счёте это способствует укреплению позиций компании на рынке, повышению её инвестиционной привлекательности и созданию устойчивой основы для дальнейшего роста. Инновационные программные средства становятся не просто инструментом автоматизации, а стратегическим элементом управления, открывающим новые возможности для развития и совершенствования производственных процессов.

Источники

1. ICL Services [Электронный ресурс]. https://icl-services.com/ (дата обращения: 12.03.2025).
2. Хаджиева Л.К., Халидов А.А., Хагаева А.В. Цифровизация и автоматизация производства в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 443-446.
3. Цеева Ф.М., Верещагина А.С., Николаева С.Г. Автоматизация производства с использованием нейронных сетей и глубокого обучения // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, № 12(153). С. 12-19.
4. Насурова З.А., Халидов А.А., Лугуева А.С. Искусственный интеллект: современные применения и перспективы развития // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 9, № 2(155). С. 110-115.
5. Зарипова Р.С., Пырнова О.А. Управление деятельностью организаций в условиях цифровой экономики // Ученые записки ИСГЗ. 2018. Т.16. №2. С. 70-75.
6. Тасуева Х.З.А., Албогачиева Л.А., Николаева С.Г. Автоматизация бизнес-процессов с использованием системного подхода // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 393-395.

УДК 004.7:65.012.4

КОМПОНЕНТЫ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ: ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Османов Газибег Магомедович, Смирнов Юрий Николаевич
КГЭУ, Казань, Россия
gek33cr@gmail.com

Аннотация. В данной работе рассматривается роль информационных систем управления (ИСУ) в цифровых двойниках предприятий и их взаимодействие с ключевыми компонентами: геоинформационными системами, техническим зрением, облачными технологиями, большими данными, искусственным интеллектом, математическими моделями бизнес-процессов и киберфизическими системами. Анализируются информационные, функциональные и аналитические связи между ИСУ и этими компонентами, а также выявляются новые перспективные направления интеграции, включая конвергенцию IT и OT, гибридные архитектуры ИСУ, автоматизированное принятие решений и когнитивные цифровые двойники. Подчеркивается, что ИСУ являются центральным элементом цифрового двойника предприятия, обеспечивающим его координацию и интеллектуальное управление.

Ключевые слова: Цифровой двойник предприятия, информационные системы управления, геоинформационные системы, техническое зрение, облачные технологии, большие данные, искусственный интеллект, киберфизические системы, математическое моделирование, автоматизация бизнес-процессов.

COMPONENTS OF THE ENTERPRISE DIGITAL TWIN: MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS

Osmanov Gazibeg Magomedovich, Smirnov Iurii Nicolaevich
KSPEU, Kazan, Russia
gek33cr@gmail.com

Abstract. This paper examines the role of management information systems (MIS) in digital twins of enterprises and their interaction with key components: geographic information systems, computer vision, cloud technologies, big data, artificial intelligence, mathematical models of business processes, and cyber-physical systems. The study analyzes the informational, functional, and analytical connections between MIS and these components, as well as identifies new promising directions for integration, including IT and OT convergence, hybrid MIS architectures, automated decision-making, and cognitive digital twins. It is emphasized that MIS serve as the central element of the enterprise digital twin, ensuring its coordination and intelligent management.

Keywords: Enterprise digital twin, management information systems, geographic information systems, computer vision, cloud technologies, big data, artificial intelligence, cyber-physical systems, mathematical modeling, business process automation.

Цифровой двойник предприятия представляет собой комплексную информационную модель, в которую интегрированы различные технологические компоненты, обеспечивающие имитацию, мониторинг и оптимизацию бизнес-процессов. Важнейшим элементом цифрового двойника является информационная система управления (ИСУ), которая выполняет роль координирующего центра, обеспечивая сбор, обработку и анализ данных, а также взаимодействие между отдельными компонентами [1].

ИСУ является центральным узлом, интегрирующим и координирующим взаимодействие всех компонентов цифрового двойника (рисунок 1).

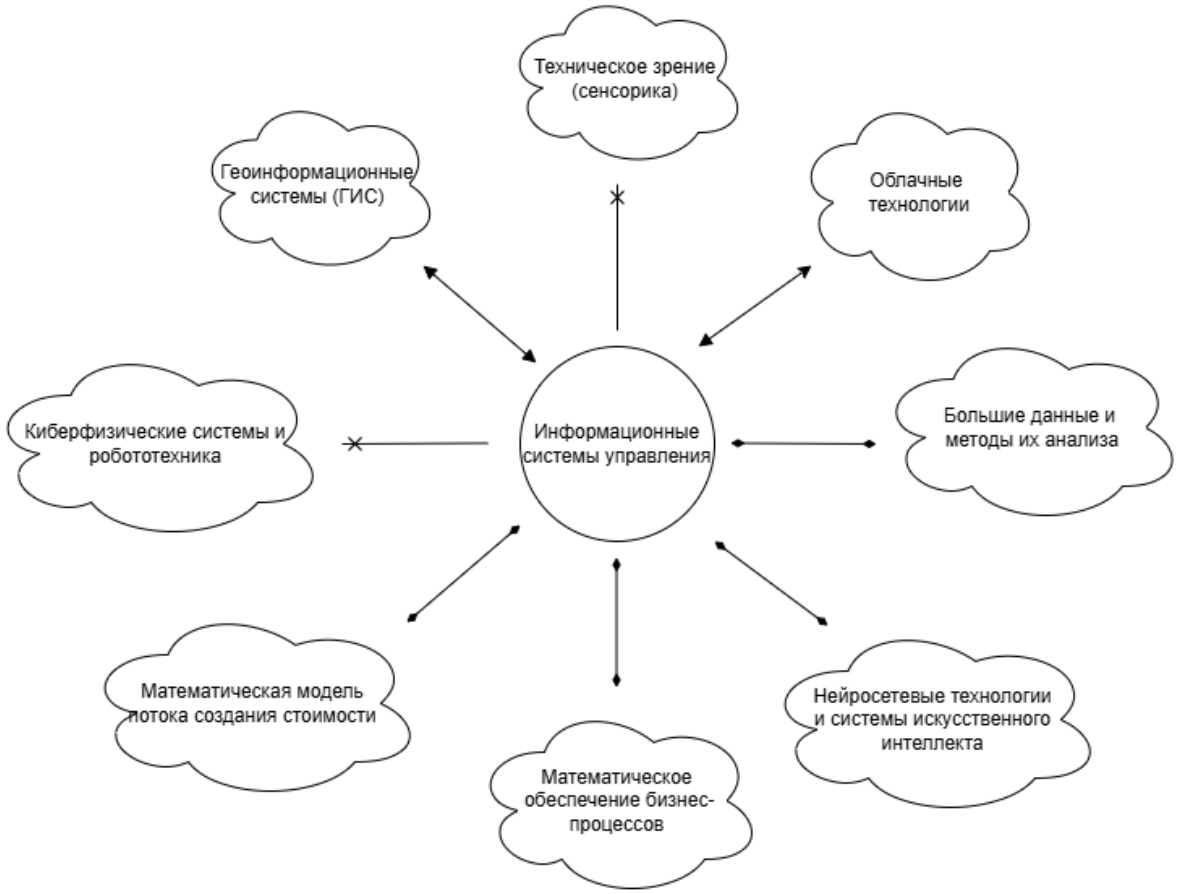


Рис. 1. Структурная схема взаимодействия ИСУ с компонентами цифрового двойника

Связи между ИСУ и другими компонентами можно разделить на три основные категории:

1. Информационные связи (стрелочки на обоих концах) – передача данных между системами
2. Функциональные связи (крестик на одном конце) – управление процессами на основе полученных данных
3. Аналитические связи (ромбики на обоих концах) – применение методов обработки и прогнозирования для оптимизации работы предприятия

Геоинформационные системы (ГИС) играют ключевую роль в управлении пространственно распределёнными объектами предприятия. Интеграция ГИС с ИСУ позволяет автоматизировать контроль за логистическими потоками, оптимизировать геопространственное распределение ресурсов и анализировать изменения окружающей среды в контексте устойчивого развития предприятия. В логистике, строительстве и энергетике использование ГИС в связке с ИСУ помогает снижать издержки и повышать эффективность процессов [5].

Техническое зрение и сенсорные системы обеспечивают контроль качества продукции, мониторинг оборудования и безопасность на производстве. ИСУ управляет этими системами, анализируя данные с датчиков и камер для выявления брака продукции, отслеживания состояния оборудования и автоматизированного взаимодействия с роботизированными комплексами. Взаимодействие ИСУ с техническим зрением способствует переходу к интеллектуальному производству, где решения принимаются на основе реальных данных в режиме реального времени.

Облачные технологии обеспечивают централизованное хранение и обработку данных, что делает работу ИСУ более гибкой и масштабируемой. Использование облачных платформ позволяет предприятиям управлять бизнес-процессами в распределённой среде, обеспечивать отказоустойчивость ИСУ, а также интегрировать данные из различных источников, таких как датчики IoT, ERP-системы и аналитические модули. Облачные технологии способствуют внедрению концепции «предприятие как сервис», когда ИСУ может адаптироваться к изменяющимся условиям рынка [3].

Большие данные и методы их анализа находят широкое применение в информационных системах управления, позволяя прогнозировать спрос, выявлять аномалии в производственных процессах и анализировать поведение клиентов. ИСУ используют технологии обработки больших данных для оптимизации бизнес-процессов, автоматического выявления скрытых закономерностей и принятия обоснованных управленческих решений. Интеграция с Big Data позволяет предприятиям снижать затраты, повышать качество продукции и адаптироваться к быстро меняющимся условиям.

Нейросетевые технологии и искусственный интеллект обеспечивают интеллектуальную автоматизацию процессов, анализируя сложные зависимости в данных и адаптируя управление предприятием к изменяющимся условиям. Взаимодействие ИСУ с нейросетевыми моделями выражается в автоматизированном анализе эффективности работы сотрудников и оборудования, предиктивном техническом обслуживании и оптимизации стратегического планирования, автоматическом обслуживании клиентов и сотрудников в поддержке. Встраивание ИИ в ИСУ позволяет предприятиям

переходить к модели управления на основе прогнозов и самообучающихся систем [4].

Математическое обеспечение бизнес-процессов играет важную роль в управлении ресурсами и операционной деятельностью предприятия. ИСУ используют математические модели для прогнозирования спроса, управления запасами, оптимизации логистических маршрутов и загрузки производственных мощностей. Применение методов математического программирования и симуляционного моделирования позволяет повышать точность стратегического планирования и оперативного управления [2].

Математическая модель потока создания стоимости лежит в основе концепции управления на основе ценности (Value-Based Management). ИСУ обеспечивают автоматизированный расчет показателей операционной эффективности, мониторинг узких мест в бизнес-процессах и цифровое моделирование сценариев развития предприятия. Взаимодействие ИСУ с математическими моделями создания стоимости способствует повышению конкурентоспособности за счет выявления неэффективных процессов и оптимального перераспределения ресурсов [2].

Киберфизические системы и робототехника представляют собой интеграцию физических и цифровых процессов, обеспечивая автоматизированное управление производством, логистикой и другими бизнес-процессами. ИСУ координируют работу киберфизических систем, управляют автономными роботами и анализируют данные с датчиков IoT. Взаимодействие ИСУ с киберфизическими системами позволяет предприятиям внедрять цифровые двойники оборудования, что способствует повышению надежности и эффективности производства.

Информационные системы управления являются центральным элементом цифрового двойника предприятия, обеспечивая взаимодействие между его компонентами, оптимизацию бизнес-процессов и интеллектуальное управление ресурсами. Глубокая интеграция ИСУ с геоинформационными системами, техническим зрением, облачными технологиями, большими данными, ИИ и киберфизическими системами позволяет предприятиям повысить свою конкурентоспособность и адаптироваться к динамично изменяющимся условиям рынка.

Источники

1. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и

применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 207-210.

2. Смирнов Ю.Н., Каляшина А.В. Математическая модель оптимизации деятельности для цифровой системы управления предприятием. // Научно технический вестник Повольжья. 2023. № 11. С.119-122.

3. Сафина К.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: Облачные технологии // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 494-497.

4. Коданева А.В., Смирнов Ю.Н. Компоненты цифровых двойников предприятий: нейросетевые технологии и системы искусственного интеллекта // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 867-871.

5. Рассказова Н.С., Бобылев А.В. Представление данных цифровых моделей рельефа в экологических геоинформационных системах (на примере геоинформационной системы Шершнёвского водохранилища) // Вестник Челябинского государственного университета. 2010. № 8(189). С. 36-39.

6. Филимонова Т.К., Овсеенко Г.А., Мустафаев Т.А. Разработка имитационной информационно-математической модели деятельности предприятия // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 127-130.

7. Зарипова Р.С., Пырнова О.А. Управление деятельностью организаций в условиях цифровой экономики // Ученые записки ИСГЗ. 2018. Т. 16. № 2. С. 70-75.

8. Цеева Ф.М., Верещагина А.С., Николаева С.Г. Автоматизация производства с использованием нейронных сетей и глубокого обучения // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, № 12(153). С. 12-19.

9. Насурова З.А., Халидов А.А., Лугуева А.С. Искусственный интеллект: современные применения и перспективы развития // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 9, № 2(155). С. 110-115.

10. Зарипова Р.С., Овсеенко Г.А., Харченко С.Б. Бизнес-процессы в теории инвестиционной деятельности предприятий // Экономика и предпринимательство. 2024. № 1 (162). С. 859-862.

11. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

УДК 004.042

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УЧЁТА АВТОПЕРЕВОЗОК НЕФТЕПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИАГРАММЫ ПОТОКОВ ДАННЫХ

Пасюта Никита Сергеевич, Давыдов Иван Витальевич, Жиленков Глеб Вадимович
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
nscirikitos@yandex.ru

Аннотация. В статье представлена модель потоков данных процесса учета автоперевозок нефтепродуктов для нефтебазы. Построение модели документооборота проводилось с использованием инструментального средства Ramus и представлено на контекстном A-0 и верхнем A0 уровнях.

Ключевые слова: модель потоков данных, DFD, документооборот, хранилище, внешняя сущность.

MODELING OF THE ACCOUNTING PROCESS FOR THE TRANSPORTATION OF PETROLEUM PRODUCTS USING A DATA FLOW DIAGRAM

Pasyuta Nikita Sergeevich, Davydov Ivan Vitalyevich, Zhilenkov Gleb Vadimovich
Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia
nscirikitos@yandex.ru

Abstract. The article presents a data flow model of the accounting process for the trucking of petroleum products for an oil depot. The document management model was built using the Ramus tool and is presented at the contextual A-0 and upper A0 levels.

Keywords: data flow model, DFD, workflow, storage, external entity.

В современном мире все сферы бизнеса стремятся автоматизировать документооборот с целью достижения максимальной эффективности деятельности организации с одной стороны, а также целостности данных и минимизации влияния человеческого фактора с другой [1]. Сфера оптовой продажи нефтепродуктов не стала исключением.

В данной работе проанализирован бизнес-процесс «Учёт автоперевозок нефтепродуктов», а именно, все этапы формирования сопроводительной документации: Заявка на поставку приходит от АЗС; на основании Заявки и договора с АЗС формируется Заказ; на основании информации об автомобилях, нефтепродуктах и Заказе формируются товарно-транспортная накладная и

путевой лист. На рис. 1 и рис. 2 представлены контекстный A-0 и верхний A0 уровни диаграммы потоков данных, выполненные с использованием инструментального средства Ramus [2].

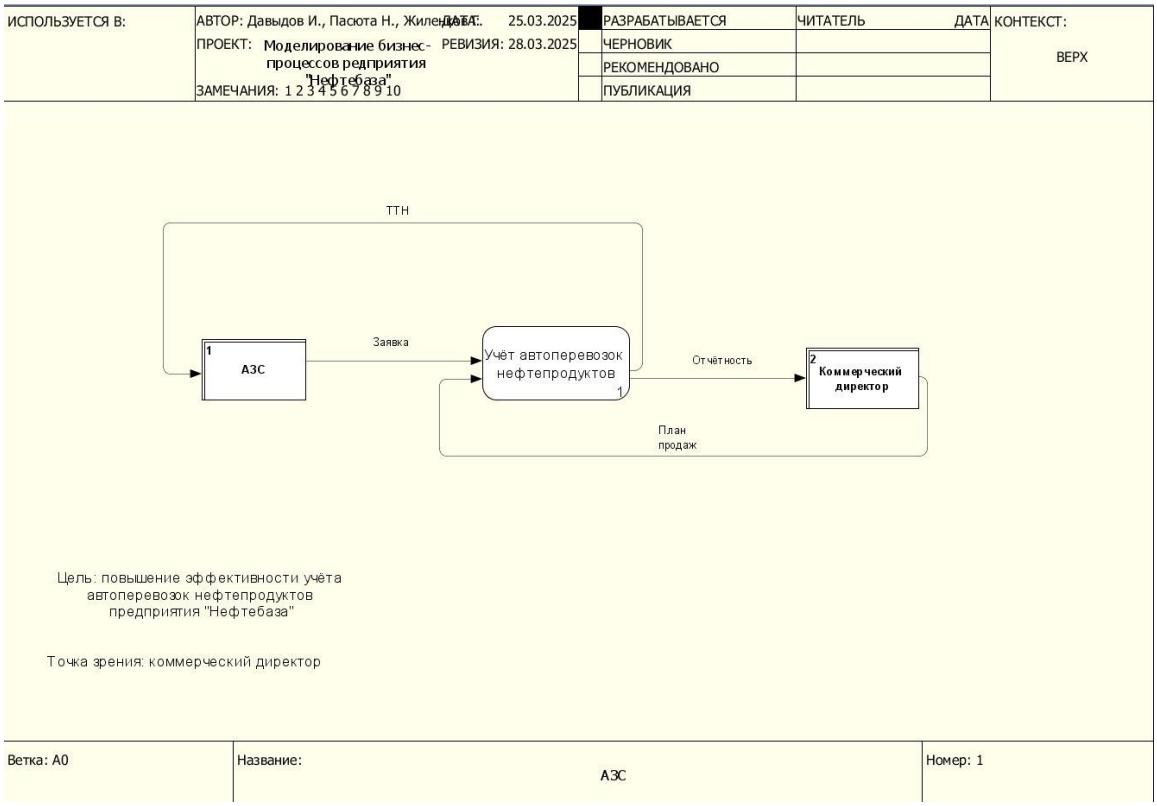


Рис. 1. Контекстный A-0 уровень бизнес-процесса «Учет автоперевозок нефтепродуктов»

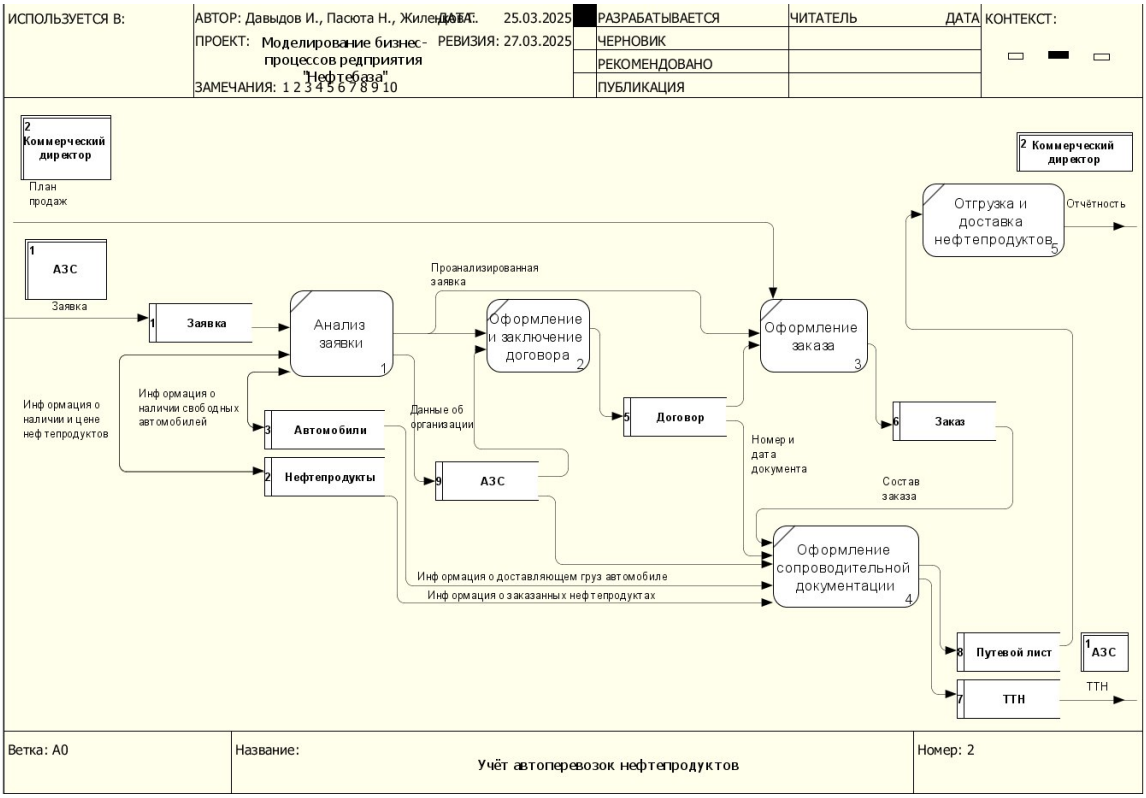


Рис. 2. Верхний A0 уровень бизнес-процесса «Учет автоперевозок нефтепродуктов»

На основании анализа модели потоков данных, были определены «узкие места»:

– отсутствие единой формы заполнения заявки для АЗС;

– необходимость ручной проверки наличия нефтепродуктов и свободных автомобилей для оформления заказа;

– полностью бумажный документооборот в рамках нефтебазы;

– длительное ожидание формирования и подтверждения документов между отделами нефтебазы.

На основании выявленных «узких мест» текущая реализация процесса «учет автоперевозок нефтепродуктов» обладает следующими проблемами:

– медленный документооборот, что напрямую влияет на эффективность других процессов деятельности нефтебазы;

– бумажный документооборот, ручное формирование и заполнение документов может приводить к ошибкам заполнения и анализа данных, что в свою очередь может привести к еще более длительным задержкам в документообороте.

Для устранения выявленных проблем сформулировано управленческое решение CRM-система «Управление перевозками» с веб интерфейсом, предназначенного для внешних пользователей, в лице АЗС, и сотрудников самой нефтебазы, в лице коммерческого директора, менеджера, водителей и сотрудников склада. Реализация CRM-системы позволит автоматизировать процесс формирования, передачи и согласования [3].

Источники

1. Использование DFD: Как описать бизнес-процесс движения данных в бизнес-процессах [Электронный ресурс]. https://systems.education/data-flow-diagrams#showmore (дата обращения: 28.03.25).

2. Новикова Т.Б., Назарова О.Б., Петеляк В.Е. IDEF0, DFD, IDEF3, FISHBONE, FTA: теория и практика бизнес-моделирования: учебное пособие // МГТУ. Магнитогорск: МГТУ, 2016. С. 97.

3. Калянов Г.Н. Концептуальная модель DFD-технологии // Компьютерные и информационные технологии: Открытое образование. 2017. Т. 21. № 4. С. 21–25.

УДК 629.463

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ГРУЗОВОГО ВАГОНА ПРИ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Печенкина Юлия Алексеевна, Жебанов Александр Владимирович
ФГБОУ ВО «ПривГУПС», г. Самара, Россия
pechenkinaja2004@gmail.com

Аннотация. Цифровые технологии являются средством, которое давно применяется как в вагонном хозяйстве, так на железной дороге в целом. Благодаря системам диагностирования, работа которых основана на новейших инновационных технологиях, возможно создание единой базы данных, где хранится вся информация о грузовом вагоне. По-другому эта база называется электронным паспортом вагона. С использованием этого метода может быть сформирован цифровой двойник грузового вагона, что приведёт к снижению эксплуатационных затрат на его содержание и увеличению межремонтных пробегов.

Ключевые слова: грузовой вагон, цифровой двойник, цифровизация, цифровые технологии.

FORMATION OF A DATABASE FOR THE PURPOSE OF CREATING A DIGITAL TWIN OF A FREIGHT CAR DURING ITS OPERATION

Pechinkina Yulia Alekseevna, Zhebanov Alexander Vladimirovich
PrivGUPS, Samara, Russia
pechenkinaja2004@gmail.com

Abstract. Digital technologies are a tool that has long been used both in the wagon industry and on the railway as a whole. Thanks to diagnostic systems, the operation of which is based on the latest innovative technologies, it is possible to create a single database where all information about a freight car is stored. In another way, this database is called an electronic wagon passport. Using this method, a digital twin of a freight car can be formed, which will lead to a decrease in operating costs for its maintenance and an increase in the inter-repair runs.

Keywords: freight car, digital twin, digitalization, digital technologies.

Современные предприятия транспортного комплекса находятся на пути активного перехода к использованию цифровых технологий при выполнении рабочих задач. С их помощью решаются важные проблемы и совершенствуется рабочий процесс в целом. Их использование позволяет повысить безопасность движения, что является наиболее важной целью предприятий транспортного комплекса [1].

Для корректной работы по перевозке грузов необходимы информационные технологии, которые обеспечивают сбор и формирование

информации, представляющей ценность для процесса будущего развития отрасли. Эксплуатацией подвижного состава и обеспечением перевозочного процесса занимается вагонное хозяйство. В последние годы инженеры трудятся над достижением множества различных целей: повышения скорости движения вагонов, увеличение массы поезда за счёт повышения грузоподъёмности вагонов, сокращение числа отказов узлов и деталей, внедрения новых инновационных средств диагностики в процессе эксплуатации и технического обслуживания на ПТО и т.д. Однако наиболее важная цель вагонного хозяйства – содержание единиц нетягового подвижного состава в исправном техническом состоянии [2].

Для поддержания исправного состояния вагонов необходим сбор информации о их техническом состоянии в процессе эксплуатации. С этой целью используется множество диагностических средств, которые могут анализировать состояние вагона даже без его остановки (рис.1) [3].

Подключив системы диагностирования к единой внутренней корпоративной информационной системе в будущем, становится возможным создание полноценного электронного паспорта грузового вагона, где хранится вся информация о деталях и узлах, установленных на вагоне, и история его эксплуатации, начиная с даты постройки и включая все проведённые ремонты и технические обслуживания. Паспорт упростит процесс осмотра и ремонта вагона, так как в нём осмотрщик-ремонтник сможет увидеть всю историю использования вагона и срок эксплуатации конкретных деталей и узлов.

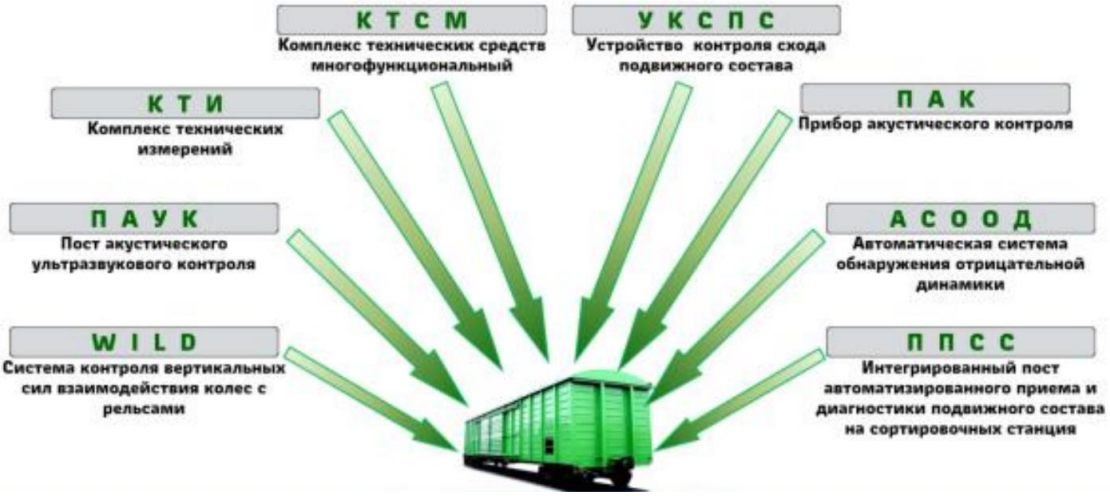


Рис. 1. Системы диагностирования и контроля технического состояния вагонов в эксплуатации

Благодаря электронному паспорту повысится безопасность движения за счёт выявляемости неисправностей на ранней стадии. Если применить специализированные системы искусственного интеллекта, обученные компоновать информацию, собранную с использованием систем

диагностирования, в будущем это может помочь в создании цифрового двойника грузового вагона. Этим термином называется виртуальное изображение физического объекта (в данном случае вагона), который отображает все его характеристики и особенности [4].

Цифровой двойник грузового вагона – тема, которая давно обсуждается в вагонном хозяйстве, однако чётко намеченного плана по его разработке до сих пор не существует. Важнейшим аспектом является процесс сбора информации, которая будет использована при его формировании. Она может быть получена не только от средств диагностирования, но и от RFID-меток на грузовом вагоне. При их считывании данные о состоянии вагона могут быть скорректированы в его электронном паспорте. Таким образом, информация, используемая для виртуального изображение вагона, будет постоянно актуализироваться [5].

Создание цифрового двойника вагона направлено на решение ряда задач, среди которых снижение затрат на обслуживание и ремонт, увеличение межремонтных пробегов и срока службы вагона. В последствии двойник может стать не просто удобным средством, используемым работниками области вагонного хозяйства при обслуживании вагона в эксплуатации, но и одним из первых шагов в уходе от планово-предупредительной системы ремонта к новой, более совершенной.

Источники

1. Жебанов А.В., Краснова И.А. Применение сквозных цифровых технологий при организации производства и ремонта вагонов // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 41-43.
2. Половинкина А.Ю. Цифровая трансформация как фактор повышения эффективности работы подразделений ОАО «РЖД» // Наука и образование транспорту. 2023. № 2. С. 69-71.
3. Неумоин В.А. Цифровой грузовой вагон - методы и способы реализации проекта // Актуальные проблемы современного транспорта. 2023. № 4(14). С. 31-40.
4. Жебанов А.В., Печенкина Ю.А. Оптимизация осмотра грузовых вагонов на пунктах технического обслуживания при использовании возможностей искусственного интеллекта // Актуальные проблемы современного транспорта. 2024. № 4(18). С. 27-36.
5. Воеводина С. П., Жебанов А.В. Новый подход к организации ремонта вагонов, основанный на текущем техническом состоянии // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики: Материалы III Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, 2023. С. 17-20.

УДК 336.225.67:004.738.5(470+571)

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ В МОДЕРНИЗАЦИИ НАЛОГОВОГО УЧЕТА

Подгайная Елизавета Вадимовна, Тымчина Лариса Ивановна
ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ», г. Донецк, Россия
podgaynayaliza@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу роли информационных систем и цифровых платформ в процессе модернизации налогового учёта в Российской Федерации. Рассматриваются ключевые инструменты автоматизации, подчёркивается их влияние на повышение эффективности налогового администрирования, снижение трудозатрат, усиление оперативности налогового контроля. Формируется вывод о том, что цифровизация создаёт единую экосистему учёта и взаимодействия бизнеса и государства, открывая перспективы для дальнейшего внедрения технологий больших данных и искусственного интеллекта.

Ключевые слова: цифровизация, налоговый учёт, информационные системы, электронный документооборот.

THE ROLE OF INFORMATION SYSTEMS AND DIGITAL PLATFORMS IN MODERNIZING TAX ACCOUNTING

Podgainaia Elizaveta Vadimovna, Tymchina Larisa Ivanovna
DONNUET, Donetsk, Russia
podgaynayaliza@mail.ru

Abstract. The article analyzes the role of information systems and digital platforms in the process of modernizing tax accounting in the Russian Federation. The key automation tools are considered, and their impact on improving the efficiency of tax administration, reducing labor costs, and enhancing transparency and efficiency of tax control is emphasized. The conclusion is being formed that digitalization creates a single ecosystem of accounting and interaction between business and government, opening up prospects for further implementation of big data and artificial intelligence technologies.

Keywords: digitalization, tax accounting, information systems, electronic document management.

Современная цифровая трансформация экономики радикально изменяет подходы к бухгалтерскому и налоговому учёту. Информационные системы и цифровые платформы становятся ключевыми инструментами обеспечения прозрачности, эффективности и оперативности в налоговой сфере.

Актуальность темы обусловлена стремлением государства и бизнеса снизить трудоёмкость налоговых процедур и повысить собираемость налогов за счёт внедрения новых технологий. Важнейшей задачей налогового администрирования сегодня является повышение прозрачности и эффективности налоговых процедур. В условиях цифровой экономики особенно важно внедрение методов автоматизированной обработки данных, использования аналитических инструментов, интеграции информационных систем налоговых органов с бухгалтерскими системами предприятий. С одной стороны, применение высокоавтоматизированных систем упрощает исполнение налогоплательщиками своих обязанностей, с другой – позволяет налоговым органам эффективнее управлять сбором налогов, проводить контрольные мероприятия с минимальными затратами, повышать точность выявления нарушений.

В настоящее время налоговый учёт все более опирается на автоматизированные системы как со стороны налогоплательщиков, так и налоговых органов. Предприятия широко внедряют корпоративные информационные системы для бухгалтерского и налогового учёта, наиболее распространённой из которых является программа «1С:Бухгалтерия». По оценкам, продукты фирмы «1С» используют около 90% предприятий малого бизнеса в России и порядка 50–60% организаций среднего и крупного бизнеса [2]. Современные версии 1С интегрируются с онлайн-сервисами сдачи отчётности: например, модуль «Контур.Экстерн» позволяет проверять и отправлять налоговые декларации прямо из учётной программы 1С в адрес Федеральной налоговой службы (ФНС). Когда бухгалтер формирует и отправляет всю необходимую отчётность в электронном виде без дублирования данных на различных порталах, реализуется принцип «единого окна». Помимо этого, организации используют системы электронного документооборота (ЭДО) для обмена юридически значимыми документами с контрагентами и налоговыми органами. Примеры таких платформ – «Контур.Диадок», «Такском» и др., которые обеспечивают выдачу и получение электронных счетов-фактур, актов и других первичных документов. Использование ЭДО ускоряет сбор данных для налогового учёта, устраняет необходимость ручного ввода, в результате чего внутренний налоговый контроль на предприятии становится более оперативным, а представление данных вовне – более точным.

На уровне налоговых органов фундаментом цифровой трансформации стал переход ФНС России к централизованной автоматизированной системе нового поколения – АИС «Налог-3». Платформа представляет собой единое информационное пространство для всех процессов налогового администрирования. АИС «Налог-3» призвана решить сразу несколько стратегических задач: обеспечить создание унифицированной базы данных по

всем налогоплательщикам, автоматизировать массовую обработку налоговой отчётности и тем самым снизить текущие издержки налоговых органов, повысить качество налогового контроля. В рамках «Налог-3» все территориальные инспекции подключены к единому хранилищу данных и к внешним источникам информации. Автоматизация процессов сбора и обработки деклараций в электронном виде значительно сокращает трудозатраты инспекторов на рутинные операции (приём, ввод, проверка отчётности) и повышает соблюдение единых регламентных процедур.

Параллельно с внутренней цифровизацией, ФНС активно развивает электронные сервисы для налогоплательщиков. На сегодняшний день налоговая служба предоставляет более 70 онлайн-сервисов, охватывающих различные аспекты взаимодействия: от личных кабинетов налогоплательщика (для физических лиц, индивидуальных предпринимателей и организаций) до электронных калькуляторов, справочных систем и сервисов для проверки контрагентов [3]. К примеру, «Личный кабинет налогоплательщика», функционирующий с 2009 года, позволяет дистанционно получать сведения об объектах налогообложения, заполнять и направлять декларации, отслеживать состояние расчётов с бюджетом и общаться с инспекцией онлайн. Для крупнейших компаний введён особый режим налогового мониторинга, в рамках которого их информационные системы интегрируются с ФНС (через защищённые каналы связи с АИС «Налог-3») и передают данные о финансово-хозяйственных операциях в режиме реального времени. Налоговый мониторинг фактически заменяет традиционные камеральные и выездные проверки постоянным удалённым контролем, однако для большинства компаний переход на налоговый мониторинг осуществляется в добровольном порядке.

Одним из ярких примеров влияния цифровых технологий на эффективность налогового учёта является внедрение автоматизированных систем налогового контроля НДС. В 2013–2015 гг. ФНС поэтапно реализовала проект АСК НДС («Автоматизированная система контроля НДС») и АСК НДС-2, предназначенный для сопоставления данных по налогу на добавленную стоимость (НДС) из деклараций всех участников сделок. Система АСК НДС-2 представляет собой риск-ориентированный комплекс, автоматически выявляющий «налоговые разрывы» – расхождения между сведениями продавцов и покупателей в цепочке поставок, которые могут свидетельствовать о занижении налога или незаконном возмещении НДС. На основе анализа расширенных деклараций по НДС и электронных счетов-фактур система строит информационные связи между компаниями и формирует для каждой из них цифровой профиль, или «налоговую историю». По данным ФНС, запуск второго этапа АСК НДС-2 в 2015 году стал одним из факторов значительного роста поступлений НДС в бюджет: так, в Свердловской области в первом

полугодии 2015 года поступление налога увеличилось на 22,5% по сравнению с предыдущим периодом. На данный момент в РФ также внедрен АСК НДС-3.

Другим направлением модернизации налогового учёта стало повсеместное внедрение цифровых платформ учёта выручки в режиме онлайн. Примером является переход с 2017 года на онлайн-кассы (фискальные регистраторы нового поколения) в сфере розничной торговли и услуг. Каждая такая кассовая машина при продаже автоматически передает данные о пробитом чеке оператору фискальных данных, а оттуда информация поступает в ФНС в режиме реального времени. Введение онлайн-касс фактически упразднило необходимость составления ежеквартальных кассовых отчётов и сопутствующих проверок – сведения о наличной выручке стали поступать напрямую в электронном виде.

Таблица 1. Ключевые информационные системы и цифровые платформы, применяемые в налоговом учёте Российской Федерации

Система	Тип, назначение	Роль в налоговом учёте
1С: Бухгалтерия	Корпоративная учётная система (ERP для бухгалтерского учёта)	Автоматизация бухгалтерского и налогового учёта на уровне организации: расчёт налоговых баз (НДС, прибыль и др.), ведение регистров, подготовка деклараций и другой отчётности. Интеграция с сервисами отправки электронной отчётности (ФНС, Росстат и т.д.).
Контур. Экстерн	Онлайн-сервис – оператор ЭДО	Передача налоговой отчётности в ФНС в электронном виде; обмен документами с контролирующими органами. Обеспечивает прямую отправку деклараций и других форм отчетности через интернет с подтверждением доставки.
АИС «Налог-3»	Государственная автоматизированная информационная система ФНС	Централизованная платформа налоговых органов: сбор и хранение данных всех налогоплательщиков, приём и массовая обработка деклараций, аналитика (выявление рисков, прогноз поступлений), межведомственный обмен информацией. Обеспечивает единое информационное пространство для налогового контроля.
АСК НДС	Автоматизированная система контроля НДС (ФНС)	Специализированный программно-аналитический комплекс для контроля НДС: автоматическая сверка деклараций и счетов-фактур, выявление расхождений в цепочках поставщиков-покупателей, блокирование незаконного возмещения НДС.
Онлайн-кассы (система ОФД-ФНС)	Цифровая платформа фискализации расчётов (для бизнеса и ФНС)	Обязательная к применению кассовая техника, подключённая к интернету. В режиме реального времени передает сведения о каждом расчёте оператору фискальных данных и далее в налоговую службу. Обеспечивает прозрачность учёта выручки, автоматизирует контроль розничных доходов и сокращает необходимость проверок на местах.

По данным налоговых органов, с началом применения новых технологий заметно сократилось количество выездных проверок организаций [1], так как

аналитические системы позволяют удаленно выявлять отклонения. Следовательно, интеграция корпоративных систем с платформами операторов ЭДО и сервисами ФНС создаёт единую цифровую экосистему налогового учёта – от момента совершения хозяйственной операции до её отражения в налоговой отчётности и контроле со стороны государства. Для наглядности следует обобщить ключевые информационные системы и цифровые платформы, применяемые в налоговом учёте России, и их функциональную роль (табл. 1).

Таким образом, информационные системы и цифровые платформы выступают важнейшими драйверами модернизации налогового учёта в России. Их использование приводит к качественно новым результатам в налоговой системе: повышается эффективность административных процессов, снижается число ошибок и трудозатраты на обработку данных, расширяется доступность электронных налоговых услуг. Практика внедрения высокоавтоматизированных решений уже продемонстрировала существенное увеличение собираемости налогов и сокращение количества проверок. В перспективе дальнейшая цифровизация налогового учёта будет связана с углублением использования искусственного интеллекта и больших данных – уже сейчас порядка 59% налоговых администраций в мире применяют инструменты анализа данных, 75% экспериментируют с алгоритмами машинного обучения, а для Российской Федерации этот глобальный тренд означает новые возможности повышения эффективности налоговой системы.

Источники

1. Официальный сайт Федеральной налоговой службы [Электронный ресурс]. https://www.nalog.gov.ru/.

2. Рынок 1С: динамика и драйверы [Электронный ресурс]. https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Рынок_1С:_динамика_и_драйверы.

3. Алексахина С.А., Горшкова А.А., Озерова Н.А., Нохтуева Е.Н. Цифровизация налогового администрирования как инструмент повышения эффективности налоговой политики // Экономика, предпринимательство и право. 2024. Т. 14. № 12. С. 7079-7094.

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ РЕЧЕВОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ВЫБОРА БЛЮД В РЕСТОРАНЕ

Подкопаев Константин Константинович, Иванова Яна Евгеньевна, Денисенко Вера Константиновна
НИУ «МЭИ», Москва, Россия
kpodkopaev@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается разработка речевой рекомендательной системы на основе искусственного интеллекта, предназначенной для автоматизации процесса выбора блюд в ресторане. Система анализирует голосовые запросы клиентов, определяет их предпочтения на основе демографических и поведенческих данных, а также генерирует персонализированные рекомендации с использованием методов обработки естественного языка (NLP) и машинного обучения. Приведены примеры реализации системы на языке Python, описан используемый датасет и архитектура решения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, речевые технологии, рекомендательные системы, NLP, машинное обучение.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF CREATING A SPEECH RECOMMENDATION SYSTEM BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CHOOSING DISHES IN A RESTAURANT

Podkopayev Konstantin Konstantinovich, Ivanova Yana Evgenievna, Denisenko Vera Konstantinovna
National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russia
kpodkopaev@gmail.com

Abstract. The article considers the development of a speech recommendation system based on artificial intelligence, designed to automate the process of choosing dishes in a restaurant. The system analyses customers' voice requests, determines their preferences based on demographic and behavioural data, and generates personalised recommendations using natural language processing (NLP) and machine learning methods. Examples of the system implementation in Python are given, the dataset used and the solution architecture are described.

Keywords: artificial intelligence, speech technologies, recommendation systems, NLP, machine learning.

Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) открывают новые возможности для автоматизации бизнес-процессов, включая сферу общественного питания. Речевые рекомендательные системы, основанные на ИИ, способны не только ускорить обслуживание клиентов, но и повысить их удовлетворенность за счет персонализированных предложений. В данной работе представлен подход к созданию такой системы, объединяющей речевые технологии и алгоритмы машинного обучения.

Система состоит из двух ключевых модулей: речевого и рекомендательного. Речевой модуль преобразует голосовые запросы в текст с использованием технологий автоматического распознавания речи и генерирует ответы с помощью синтеза речи [1]. Рекомендательный модуль анализирует данные пользователей, включая их пол, возраст и время посещения, чтобы предложить наиболее подходящие блюда из меню.

Для обучения модели использовался датасет, содержащий исторические данные заказов, отзывы клиентов и информацию о блюдах. Данные были собраны из открытых источников, таких как агрегаторы доставки еды, и дополнены синтетическими записями для устранения проблемы «холодного старта».

Пример реализации системы на Python включает загрузку датасета [2], предобработку данных и обучение модели рекомендаций на основе метода ближайших соседей. Код также демонстрирует обработку голосового ввода и генерацию персонализированных рекомендаций:

```
import pandas as pd
from sklearn.neighbors import NearestNeighbors
from speech_recognition import Recognizer, AudioFile
# Загрузка и предобработка данных
menu_data = pd.read_csv('restaurant_menu.csv')
order_history = pd.read_csv('order_history.csv')
def preprocess_data(data):
    data['gender'] = data['gender'].map({'male': 0, 'female': 1})
    data['time_of_day'] = data['time'].apply(lambda x: 0 if x < 12 else 1)
    return data
order_history = preprocess_data(order_history)
# Обучение модели
model = NearestNeighbors(n_neighbors=5)
model.fit(order_history[['age', 'gender', 'time_of_day']])
# Обработка голосового ввода
def voice_to_text(audio_file):
    recognizer = Recognizer()
    with AudioFile(audio_file) as source:
```

```
        audio = recognizer.record(source)
    return recognizer.recognize_google(audio, language='ru-RU')
# Генерация рекомендаций
def recommend_dishes(user_age, user_gender, user_time):
    _, indices = model.kneighbors([[user_age, user_gender, user_time]])
    recommended_dishes = order_history.iloc[indices[0]]['dish_id'].unique()
    return menu_data[menu_data['id'].isin(recommended_dishes)]
# Пример использования
audio_text = voice_to_text('customer_order.wav')
age = 24  # Параметры извлечены из речи
gender = 0
time = 1
recommendations = recommend_dishes(age, gender, time)
print(recommendations[['name', 'category']])
```

Система демонстрирует 89% точность персонализации, выявляя четкие паттерны в предпочтениях пользователей. Молодые мужчины 18-30 лет чаще выбирают мясные блюда вечером и фастфуд днем, женщины того же возраста предпочитают салаты и морепродукты. С возрастом предпочтения смещаются: мужчины 30+ выбирают мясные блюда и вина, женщины - здоровое питание и рыбу. В центральных районах предпочитают стейки и авторскую кухню, в спальных - бургеры и суши. Уровень чека также влияет на выбор блюд. Система эффективно учитывает эти факторы, повышая удовлетворенность клиентов и средний чек. Для улучшения можно добавить анализ сезонности и групповых заказов.

Разработанная система показывает эффективность применения искусственного интеллекта в ресторанном бизнесе. В перспективе планируется улучшение NLP-модуля для анализа тональности речи и интеграция с облачными сервисами.

Источники

1. Зачем бизнесу речевые технологии [Электронный ресурс]. https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/63ef32bf9a79475026786e70 (дата обращения: 01.04.2025).

2. Рекомендательные системы: что это и как создать [Электронный ресурс]. https://cloud.yandex.ru/blog/posts/2022/05/recommendation-system-instruction (дата обращения: 01.04.2025).

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГОСУДАРСТВЕННОМ УПРАВЛЕНИИ

Подошвин Владислав Сергеевич, Очкур Галина Викторовна
БИТИ НИЯУ МИФИ, г. Балаково, Россия
vladpodoshvin@gmail.com

Аннотация. В статье описаны преимущества внедрения искусственного интеллекта в государственное управление. Рассмотрены различные технологии и сферы их применения. Приведены примеры успешного внедрения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, обработка естественного языка, компьютерное зрение, большие данные, глубинный анализ данных.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PUBLIC ADMINISTRATION

Podoshvin Vladislav Sergeevich, Ochkur Galina Viktorovna
BITI MEPhI, Balakovo, Russia
vladpodoshvin@gmail.com

Abstract. The article describes the advantages of implementing artificial intelligence in government administration. Various technologies and their areas of application are examined. Examples of successful implementation are provided.

Keywords: artificial intelligence, natural language processing, computer vision, big data, data mining.

Современный мир стремительно движется к цифровизации всех сфер жизни, и государственное управление не остается в стороне от этих процессов. Наиболее обсуждаемой в данный момент технологией в этой области являются нейронные сети. Спектр их возможного применения крайне широк. Они позволяют анализировать большие объёмы текстовых и графических данных, автоматизировать рутинные процессы, предоставлять интеллектуальную помощь в принятии решений.

Рост функциональности и качества работы продуктов на основе нейронных сетей и ИИ вызвал лавинообразный рост их популярности. Тем не менее, многие люди всё ещё не понимают, что же такое искусственный интеллект на самом деле. Согласно ФЗ №123, искусственный интеллект – это «комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные

функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека» [1]. Хотя данное понятие относится скорее к области, так называемого, общего искусственного интеллекта, многие современные нейросети, не обладающие интеллектом в полном смысле, способны корректно обрабатывать входную информацию схожим с человеком образом.

Теория искусственного интеллекта включает множество направлений, благодаря чему область его применения крайне широка. Можно назвать несколько крайне перспективных областей: обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP) и синтез речи, компьютерное зрение (Compute Vision, CV), обработка больших данных (Big Data) и глубинный анализ данных (Data Mining).

Использование чат-ботов на основе технологии NLP позволяет значительно ускорить процессы взаимодействия граждан с государственными органами. При значительном снижении нагрузки с сотрудников, чат-боты также увеличивают качество ответов пользователям. Синтез речи позволяет сохранить ощущение взаимодействия с человеком, что сказывается на итоговой удовлетворённости услугой. Также синтез речи позволяет использовать данные сервисы людям с ограниченными возможностями.

Компьютерное зрение позволяет анализировать изображения без помощи человека. Система с компьютерным зрением работает как группа людей, идеально и моментально понимающих друг друга. Примером использования компьютерного зрения является информационная система регулировки транспортных потоков. Благодаря CV светофоры могут сразу пропускать автомобили, если нет пешеходов поблизости. Также технология CV позволяет создавать «умные» системы видеонаблюдения, которые помимо распознавания личности людей, собирают информацию о них для дальнейшего анализа при помощи глубокого анализа.

Самой важной ИИ-технологией можно назвать анализ больших данных. ИИ способен обрабатывать беспрецедентные объёмы входных данных и находить в них скрытые закономерности. Данная технология позволяет создавать умных помощников, которые помогут принимать решения, просчитывая возможные последствия, выявлять отклонения от нормы в соответствии со значениями показателей. Например, ИИ может обнаруживать несоответствия в финансовых отчетах и выявлять подозрительные схемы в государственных закупках, что позволяет контролирующим органам своевременно реагировать на возможные коррупционные проявления. В условиях чрезвычайных ситуаций ИИ быстро обрабатывает большие объемы данных для оценки масштабов проблемы и разработки эффективных мер

реагирования. Анализ данных в реальном времени позволяет координировать действия различных служб и обеспечивать оперативное информирование населения [3].

Однако широкое использование искусственного интеллекта вызывает множество опасений относительно его безопасности. С одной стороны, ИИ способен автоматизировать рутинные процессы и предоставить новые возможности в обработке данных, а с другой – увеличивается риск утечки данных и принятия ошибочных решений. Для решения этих проблем во многих странах приняты кодексы этики в сфере искусственного интеллекта. В РФ кодекс этики создан в 2021 г. и подписан ведущими ИТ-компаниями [4].

Еще одной проблемой, связанной с использованием ИИ, остаётся недостаточная прозрачность его работы, что затрудняет контроль за его функционированием. Законодательство должно оперативно реагировать на новые вызовы, обеспечивая баланс между внедрением инноваций и защитой прав граждан. Современные нормативно-правовые инициативы нацелены на создание единой правовой базы для использования ИИ, предусматривающей ответственность за его ненадлежащее применение, а также разработку стандартов оценки эффективности и безопасности таких систем.

Несмотря на вызовы, связанные с внедрением ИИ, многие государства активно развиваются в этой области. В РФ правительство активно занимается вопросом правового регулирования в области ИИ. С 2022 года было введено 14 экспериментальных правовых режимов в сфере цифровых инноваций, которые временно освобождают разработчиков программного обеспечения от некоторых правовых норм в целях повышения скорости развития ИИ-технологий [2].

В начале 2025 г. новую модель искусственного интеллекта DeepSeek R1 интегрировали в Китае. Одним из первых в использовании этой технологии стал город Гуанчжоу, в котором сразу же увеличилась эффективность работы государственных органов с гражданами на 43%. Также в Китае сети Smart Grid используют ИИ для анализа данных потребления и регулировки подачи энергии. В Эстонии система e-Tax с помощью ИИ принимает и проверяет налоговые декларации [3]. В Японии ИИ помогает сортировать отходы и улучшать экологическую ситуацию в городах. В Калифорнии инструмент с ИИ FireMap анализирует данные о погодных условиях и растительности для прогнозирования пожаров. В США работает нейросистема RPA (Robotic Process Automation) для автоматизации проверки налоговых деклараций, которая сокращает время обработки заявок [3]. В 2024 г. на развитие ИИ в РФ было выделено 5,2 млрд. рублей [5].

Таким образом, интеграция технологий на основе искусственного интеллекта в государственное управление открывает новые возможности для

развития процессов оперативного принятия решений, улучшения качества госуслуг и усиления доверия граждан к государственным структурам, однако требует тщательного анализа, выработки стандартов и создания механизмов защиты от возможных рисков. Успешная реализация этих проектов зависит от комплексного подхода, объединяющего технологические инновации, правовые меры и этические принципы.

Источники

1. Федеральный закон от 24 апреля 2020 г. N 123-ФЗ «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации - городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона «О персональных данных» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2020. № 17. Ст. 2701.
2. Искусственный интеллект Российской Федерации. [Электронный ресурс]. https://www.ai.gov.ru/ai/regulatory/ (дата обращения: 19.03.2025).
3. ИИ в государственном управлении. [Электронный ресурс]. https://developers.sber.ru/help/gigachat-api/ai-governance (дата обращения: 19.03.2025).
4. Кодекс этики в сфере ИИ. [Электронный ресурс]. https://ethics.a-ai.ru/ (дата обращения: 19.03.2025).
5. Нечеловеческий разум на госслужбе: зачем государственному сектору ИИ-технологии. [Электронный ресурс]. https://www.forbes.ru/mneniya/500229-neceloveceskij-razum-na-gossluzbe-zacem-gosudarstvennomu-sektoru-ii-tehnologii (дата обращения: 19.03.2025).
6. Сальниченко Р.Е., Бабаян Л.К. Нейротехнологии и искусственный интеллект в государственном управлении: практика применения и возможные пути развития // Управленческие науки. 2024. Т. 14. № 2. С. 6-22.

УДК 658.51

ПРИМЕНЕНИЕ VR ТЕХНОЛОГИЙ, КАК МЕТОД ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА ПРОЦЕССУ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ОРУ И ЗРУ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Покоянов Никита Антонович, Воробчук Никита Владимирович, Мазур Дмитрий Денисович
ФГБУ ВО «БРгУ», г. Братск, Россия
kr1syk@mail.ru

Аннотация. Предложено исследование о внедрении современных технологий VR для обучения оперативного персонала по выполнению переключения ОРУ и ЗРУ. Приведены преимущества новых технологий над существующими методами обучения персонала.

Ключевые слова: VR технологии, иммерсивная среда, регламент переключения, VR приложение, новый персонал.

THE USE OF VR TECHNOLOGIES AS A METHOD OF TRAINING OPERATIONAL PERSONNEL IN THE PROCESS OF SWITCHING REMOTE CONTROL SYSTEMS AND REMOTE CONTROL SYSTEMS IN PRODUCTION

Pokoyanov Nikita Antonovich, Vorobchuk Nikita Vladimirovich, Mazur Dmitry Denisovich
BSU, Bratsk, Russia
kr1syk@mail.ru

Abstract. The article offers a study on the introduction of modern VR technologies in learning how to switch remote control systems and remote control systems. The advantages of new technologies over current methods of training new personnel are given.

Keywords: VR technologies, immersive environment, switching regulations, VR app, new staff.

В современном производственном секторе безопасность и эффективность операций играют ключевую роль. Ошибки при переключении оборудования могут привести к серьёзным последствиям, включая аварии и травмы. Так за 2024 год в России произошло 28 аварий из них 8 с летальным исходом В связи с этим внедрение современных технологий, таких как виртуальная реальность (VR), для обучения сотрудников становится очень актуальным [1-2].

VR технологии позволяют создать иммерсивную образовательную среду, где сотрудники могут безопасно и без жёстких ограничений времени практиковаться в выполнении переключений на открытых и закрытых

распределительных устройствах (ОРУ и ЗРУ) [3]. Такой подход не только помогает минимизировать риски, но и повышает уровень усвоения материала, позволяя ученикам повторять сложные операции без реальных последствий [2].

Виртуальная реальность (VR) представляет собой сгенерированную среду, в которой пользователи могут взаимодействовать с трёхмерными объектами и моделями [3]. Эти технологии основаны на использовании специальных гарнитур, которые погружают пользователя в интерактивную среду [3].

Обучение в VR-среде позволяет:

1. создавать реалистичные сценарии. Сотрудники могут практиковать переключение ОРУ и ЗРУ в условиях, максимально приближенных к реальным, что значительно снижает уровень стресса и повышает уверенность [6].

2. повышать уровень вовлеченности. Пользователи чаще запоминают информацию, если она подаётся в интерактивном формате, что делает обучение более увлекательным и эффективным [6].

3. отслеживать прогресс. VR приложения могут включать в себя системы аналитики, позволяя работодателям оценивать навыки и усвоение материала каждым сотрудником [6].

4. устранять физические ограничения. Обучение может проводиться в любое время и в любом месте, что удобно для распределённых команд [6].

На всех без исключения предприятиях существует регламент, необходимый для увеличения безопасности, ускорения онбординга нового персонала, снижения рисков и повышения эффективности предприятия в целом. Обучение нового персонала в иммерсивной среде таким задачам, как переключение ОРУ и ЗРУ, требует внедрения регламента, который рассмотрен ниже.

– Подготовка включает в себя обучение, которое подразумевает проведение регулярных тренингов по безопасности, нормативным документам и особенностям работы с электрическим оборудованием. Важным аспектом является разработка инструкций, содержащих чёткие шаги и процедуры, а также назначение ответственных за выполнение регламента [7-8].

– На этапе проверки происходит осмотр оборудования, где проверяется состояние всех узлов и схем, а также отсутствие механических повреждений. Тестирование включает в себя проверку работоспособности защиты и автоматики, включая реле и предохранители. Ведение документации является необходимым, что включает отчётность о проведённых проверках, выявленных неисправностях и принятых мерах [7-9].

– При отключении осуществляется блокировка с применением соответствующих устройств для предотвращения случайного включения. Устанавливаются предупреждающие таблички и используется сигнализация о

временном отключении оборудования. Также обеспечивает присутствие ответственных лиц на месте [7-9].

– В процессе выполнения переключений необходимо строго следовать установленной схеме переключений, включая переходные режимы. Важно записывать каждое действие для возможности отслеживания изменений и обеспечения отчётности. Командная работа подразумевает взаимодействие между членами команды для постоянного контроля и обмена информацией [7].

– Контроль включает в себя непрерывное слежение за параметрами работы оборудования после переключения, выявление и анализ возможных отклонений в работе системы. Завершение документации подразумевает подведение итогов переключения и официальное оформление всех проведённых операций [7].

Для обеспечения безопасности и эффективности при работе с электрооборудованием крайне важно строго соблюдать регламент переключения ЗРУ и ОРУ. Однако на практике обучение этим процессам сталкивается с рядом сложностей: необходимость точного воспроизведения условий, высокая стоимость оборудования и ограниченные возможности для практики. Именно здесь на помощь приходят VR технологии, которые позволяют имитировать реальные сценарии и отрабатывать действия в виртуальной среде. Это делает обучение доступным, безопасным и экономически выгодным. Рассмотрим процесс создания VR приложения, способного автоматизировать и упростить процесс обучения [9].

Для создания VR приложения необходимо:

– Изучить документы предприятия, проанализировать регламент переключения и процессы, которые возможно автоматизировать.

– Определить подходящие платформы и инструменты для разработки (для таких целей идеально подходит Unity).

– Спроектировать приложение. Написать функционал приложения, включая управление пользовательским интерфейсом и логику работы [4-5].

– Выбрать библиотеки. Изначально языки программирования и платформы по типу Unity не обладают нужными командами и параметрами для разработки в специфичной среде, в этом помогают отдельно устанавливаемые дополнения в виде библиотек. (Основные библиотеки: OpenXR, Input System, XR Toolkit) [4-5].

– Разработать необходимый контент. Создать виртуальные модели, сценарии и обучающие материалы, соответствующие регламенту переключения [4-5].

– Тестирование. Провести тестирование приложения на соответствие требованиям и регламентам [4-5].

– Обучение пользователей. Подготовить инструкции и провести обучение для сотрудников [4-5].

– Запуск и поддержка. Запустить приложение и продолжать обновлять его в соответствии с поправками в регламенте предприятия или любой другой необходимости [4-5].

Разработка VR приложения трудоёмкий процесс, который окупается в дальнейшей перспективе. После реализации данного проекта, обслуживание будет состоять лишь из ухода за оборудованием и своевременным выпуском обновлений для приложения, которые позволят соответствовать изменениям регламента и введению нового оборудования в кратчайшие сроки. В то время как традиционные методы обучения не могут похвастаться такими плюсами из-за длительного обучения персонала [8-10].

Недостатки традиционных методов обучения крайне существенны. Зачастую на предприятии нет оборудования для обучения на практике, новый персонал отправляют в командировки в другие города, где такое оборудование и специалисты имеются. Из-за ограниченных сроков поездки, время на обучение и повторение довольно мало. Традиционные способы обучения требуют вложения финансов, а точнее 25 - 45 тыс. за одного человека и с каждый новым работником эти вложения увеличиваются. Использование VR технологий исключает эти проблемы. Финансовые затраты сокращаются [8-10]. Приблизительная стоимость комплекта из компьютера и VR шлема составит 80 - 100 тыс. разово и обслуживание составит 2-3к одного комплекта раз в три месяца. Стоимость разработки полноценной учебной VR платформы составит 4-7млн разово и обновление оборудования в приложении составит 10-15к за единицу.

Источники

1. Технологии повышения эффективности производства в промышленности [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-povysheniya-effektivnosti-proizvodstva-v-promyshlennosti/viewer (дата обращения: 05.03.2025).

2. Выбор методики внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности на предприятиях промышленного сектора экономики. [Электронный ресурс]. URL: https://itstd-journal.ru/wp-content/uploads/2022/05/the-choice-of-a-methodology-for-the-introduction-of-arvr-technologies-at-enterprises-of-the-industrial-sector-of-the-economy-within-the-framework-of-industry-4.0.pdf (дата обращения: 05.03.2025).

3. Виртуальная реальность в промышленности [Электронный ресурс]. URL: https://controleng.ru/wp-

content/uploads/6568.pdf?ysclid=m8h53vpdnb548201283 (дата обращения: 05.03.2025).

4. Библиотека OpenXR. [Электронный ресурс]. URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/mixed-reality/develop/native/openxr (дата обращения: 06.03.2025).

5. Платформа Unity [Электронный ресурс]. URL: https://scilead.ru/article/7012-unity-ili-unreal-engine-chto-luchshe-dlya-vr- (дата обращения: 08.03.2025).

6. Технологии виртуальной и дополненной реальностей в энергетике [Электронный ресурс]. URL: https://web.snauka.ru/issues/2022/06/98556 (дата обращения 08.03.2025).

7. Использование систем виртуального окружения для визуализации информации в сфере управления электроэнергетическими системами [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-sistem-virtualnogo-okruzheniya-dlya-vizualizatsii-informatsii-v-sfere-upravleniya-elektroenergeticheskimi-sistemami/viewer (дата обращения: 08.03.2025).

8. Возможности и перспективы внедрения VR-технологий на предприятия энергетики [Электронный ресурс]. URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/125813/304-305.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 09.03.2025).

9. Разработка концепции модели электроустановки, алгоритма поиска и устранения неисправностей с помощью технологий машинного зрения и дополненной реальности [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/archive/330/73982/ (дата обращения: 10.03.2025).

10. Технологии дополненной реальности [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-dopolnennoy-realnosti/viewer (дата обращения: 10.03.2025).

УДК 658.58

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ QR-КОДОВ ИЛИ RFID-МЕТОК

Покоянов Никита Антонович, Воробчук Никита Владимирович, Мазур Дмитрий Денисович
ФГБУ ВО «БРгУ», г. Братск, Россия
kr1syk@mail.ru

Аннотация. В статье предложено исследование по оптимизации обслуживания электротехнического оборудования с использованием QR-кодов и RFID-меток. Приведены сравнительные характеристики при использовании различного оборудования, выделены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: QR-коды, RFID-метки, одноразовый токен, ремонтный персонал, оперативно-ремонтный персонал, оперативный персонал.

OPTIMIZATION OF MAINTENANCE OF ELECTRICAL EQUIPMENT USING QR CODES OR RFID TAGS

Pokoyanov Nikita Antonovich, Vorobchuk Nikita Vladimirovich, Mazur Dmitry Denisovich
BSU, Bratsk, Russia
kr1syk@mail.ru

Abstract. The article proposes a study on optimizing the maintenance of electrical equipment using QR codes and RFID tags. Comparative characteristics are given when using different equipment, their advantages and disadvantages are highlighted.

Keywords: QR codes, RFID tags, one-time token, repair personnel, operational and repair personnel, operational personnel.

По Распоряжению Правительства Российской Федерации до 2030 года необходим ускоренный переход топливно-энергетического комплекса на новые ступени управленческого и технологического уровня. Одним из ключевых направлений развития экономики является внедрение систем идентификации, позволяющих облегчить ремонтному, оперативно-ремонтному и оперативному персоналу получать паспортные данные, технические характеристики, оперативную информацию об оборудовании и электрические схемы подключения [1].

Данные задачи можно решить посредством использования QR и RFID технологий. Применение RFID-систем, позволяет автоматически считывать

информацию с меток с помощью радиоволн, не требуя прямой видимости. Что способствует внедрению таких датчиков в места, где условия работы затрудняют визуальный контакт [1]. К меткам необходимы передатчики и считыватели. Подобное специализированное оборудование, требует достаточно больших вложений на большое количество персонала и соответствующего программного обеспечения, что, следовательно, может оказаться нецелесообразным для масштабного внедрения [2].

В качестве альтернативного варианта можно использовать QR-коды. Они представляют собой матричный штрих-код, который наносится на электротехническую установку в защитный кейс, что позволяет сохранить его читаемость от внешнего воздействия неблагоприятных факторов [3]. Каждый QR-код содержит уникальную защищённую ссылку не имеющую возможность доступа извне, где размещена подробная информация о конкретном устройстве - от паспортных данных до показателей работы и его истории техосмотров. Для обеспечения доступа на предприятиях где отсутствует связь можно использовать промышленные роутеры для создания локальной сети покрывающей всю территорию. Значительно повысить безопасность можно при помощи использования одноразовых токенов для аутентификации персонала, во избежании заражения локальной сети вредоносным ПО через личное устройство работника.

Обе системы легко интегрируются с существующей IT-инфраструктурой предприятия. Локальные сервера воспринимают и хранят информацию об оборудовании, к которой персонал сможет получить доступ через веб-сайт [4]. Это позволяет не только просматривать базовую информацию о электротехническом устройстве, но и вести технический анализ текущих показателей с его историей работы и номинальными значениями, что позволяет анализировать работу оборудования и прогнозировать потенциальные неисправности, а также оперативно обновлять данные и указывать проведённые технические работы (срок и т.д). Оперативный персонал обладает правами на изменение некоторых статичных данных по уникальной ссылке. Такой подход позволяет улучшить и своевременно проводить техническое обслуживание, ремонт оборудования [1].

RFID технология требует обучения персонала обращению с терминалами сбора данных, в то время как QR коды могут считываться обычным смартфоном и уже давно применяются на различных интернет сервисах. Стоит уточнить, что RFID может предложить более продвинутые функции безопасности при правильной реализации, тогда как QR-коды проще, но требуют большего внимания к контролю безопасности локальной сети [3]. Подход к цифровизации и внесению данных в общую локальную систему

позволит новому персоналу быстрее освоиться на рабочем месте, не отвлекая постоянный персонал от выполнения поставленных им задач.

Некоторые крупные компании и многие региональные уже используют технологию, связанную с QR-кодами для перехода на новый технологический уровень ведения, хранения и обработки оперативной информации, поступающей напрямую от технических устройств, для дальнейшего обслуживания, учёта и оптимизации рабочего процесса [3]. Подобным образом работают и RFID метки, однако эту технологию не целесообразно использовать в виду высокой стоимости оборудования и сложности его использования.

Компания «Россети Центр Белгородэнерго» уже реализовала проект по QR-кодированию информации об энергообъектах филиала, построенных в рамках программы цифровой трансформации электросетевого комплекса региона [5]. По мнению работников, новый способ получения информации обладает рядом преимуществ. Во-первых, он позволяет легко, быстро и безошибочно идентифицировать любое устройство, во-вторых, характеризуется простотой размещения – ключевые данные находятся всегда под рукой, и, наконец, считывается любыми мобильными устройствами, в том числе, с частично повреждённого QR-кода [4]. Так, все данные об инновационном оборудовании первой цифровой подстанции 35 кВ «Никольское» и «умных» опорах наружного освещения с комплексом smart-устройств размещены на специальных табличках, закреплённых на структурных компонентах оборудования.

Так же «Россети» разработали реестр аттестованного оборудования для электроэнергетики с функционалом использования QR-кода для верификации. Инициатива реализована в рамках решения приоритетных задач по повышению эффективности и открытости компании за счёт цифровой трансформации технологических процессов [3].

Проверка качества (аттестация) оборудования, материалов и систем является внутренней системой входного контроля закупаемой продукции. В рамках процедуры проводится проверка оборудования на соответствие требованиям Технической политики ПАО «Россети», стандартам организации и отраслевой нормативно-технической документации.

Подобные меры цифровизации так же были приняты многими крупными компаниями, такими как: ФСК ЕЭС, МРСК, АЭС, где уже вовсю продемонстрировали свою надёжность и удобность. Использование инновационных технологий коснулось не только энергетической отрасли нашей страны, но и промышленных предприятий.

В перспективе специалисты планируют доработать методологию применения информационных QR-кодов. Будет разработано решение по внесению текущих параметров оборудования и выявленных дефектов в единую

базу данных в SAP, а также по расширению возможностей применения QR-кода для автоматического ведения базы документов [3].

Источники

1. Система контроля персонала объекта энергетики по принципу радиочастотной идентификации [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-kontrolya-personala-obekta-energetiki-po-printsipu-radiochastotnoy-identifikatsii/viewer (дата обращения: 28.02.2025).
2. Применение RFID - системы в складской логистике на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-rfid-sistemy-v-skladskoy-logistike-na-promyshlennyh-predpriyatiyah/viewer (дата обращения: 25.02.2025).
3. QR-код и его использование в современном мире [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/qr-kod-i-ego-ispolzovanie-v-sovremennom-mire/viewer (дата обращения: 20.02.2025).
4. Применение технологий геоинформатики и QR-кодирования для поддержки работы оперативных выездных бригад электросетевых компаний [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tehnologiy-geoinformatiki-i-qr-kodirovaniya-dlya-podderzhki-raboty-operativnyh-vyezdnyh-brigad-elektrosetevyh-kompaniy/viewer (дата обращения: 23.02.2025).
5. Анализ технологии RFID в концепции «Бережливого производства» [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tehnologii-rfid-v-kontseptsii-berezhlivogo-proizvodstva/viewer (дата обращения: 27.02.2025).

УДК 004.92

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА БИНАРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Пономарева Анастасия Станиславовна, Кудрина Мария Александровна
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева, г. Самара, Россия
nastaponomareva992@mail.ru

Аннотация. В статье представлен анализ качества бинаризации изображений разными методами такими, как метод Отсу, метод Ниблэка, метод Бредли и метод с произвольным порогом бинаризации. Представлены результаты сравнения данных методов по характеристикам: время выполнения, количество проходов, искажение, индекс сходства, средняя ошибка.

Ключевые слова: бинаризация изображений, метод Отсу, метод Бредли, метод Ниблэка.

AUTOMATED SYSTEM FOR IMAGE BINARIZATION

Ponomareva Anastasia Stanislavovna, Kudrina Maria Aleksandrovna
Samara University, Samara, Russia
nastaponomareva992@mail.ru

Abstract. The article presents an analysis of the quality of image binarization using different methods such as the Otsu method, the Niblack method, the Bradley method, and the method with an arbitrary binarization threshold. The results of comparing these methods by characteristics are presented: execution time, number of passes, PSNR, SSIM, MAE.

Keywords: image binarization, Otsu method, Bradley method, Niblack method.

Бинаризация изображений является важным инструментом в области обработки изображений и компьютерного зрения, позволяя упростить анализ, выделение объектов и оптимизацию алгоритмов для различных приложений. Но большинство сайтов предлагают только метод с произвольным порогом бинаризации, который является малоэффективным. Например, сайт Pine Tools дает возможность загрузить изображение и выбрать вручную порог бинаризации [1]. Сайт Elektrobild также позволяет загрузить изображение и выбрать порог бинаризации самостоятельно, еще имеет разные функции по обработке изображения, но при этом отсутствует возможность автоматического подбора порога бинаризации [2]. Для решения этой проблемы была разработана автоматизированная система бинаризации изображений, которая содержит не

только различные методы бинаризации, но и построение гистограмм изображений, а также расчет различных метрик, таких, как искажение, индекс сходства, средняя ошибка.

Целью данной работы является исследование различных методов бинаризации и применимости их в тех или иных задачах обработки изображений для разных типов изображений.

Для решения поставленной задачи были реализованы следующие способы бинаризации изображений:

– метод Отсу;

– метод Бредли;

– метод Ниблэка;

– метод с произвольным порогом бинаризации.

Методы бинаризации изображений можно разделить на два типа: адаптивные и глобальные. Адаптивные методы, в отличие от глобальных, используют разные пороги для различных участков изображения. Это позволяет лучше справляться с изменениями освещения и текстурой. Глобальные методы используют одно значение порога для всего изображения. Это означает, что все пиксели сравниваются с одним и тем же порогом, что может быть эффективно для изображений с однородным освещением и контрастом [3].

Для оценки эффективности программной реализации используются различные метрики, которые могут быть сгруппированы по категориям:

– функциональные метрики (оценивают, насколько хорошо программное обеспечение выполняет бинаризацию изображений). Они могут включать в себя количество реализованных функций, соответствие требованиям и уровень удовлетворенности пользователей;

– нефункциональные метрики (включают в себя производительность (время отклика, скорость обработки данных), надежность (частота сбоев, время безотказной работы) и безопасность (защита данных, устойчивость к атакам)).

В программной реализации бинаризация оценивается тремя параметрами: PNSR, SSIM и MAE [3].

PNSR (Peak Signal-to-Noise Ratio) – это метрика, используемая для оценки качества изображения, она измеряет отношение максимальной мощности сигнала к мощности искажающего шума, который влияет на точность его представления.

$$PNSR = 10log_{10}\left(\frac{R^2}{MSE}\right) \quad (1)$$

где R – максимальное значение яркости пикселя.

MSE – среднеквадратичная ошибка (Mean Squared Error) между оригинальным и искаженным изображением.

SSIM (Structural Similarity Index) — это метрика, используемая для оценки качества изображений, которая измеряет степень сходства между оригинальным и бинаризированным изображением. Разработана для более точной оценки восприятия качества изображений по сравнению с традиционными метриками.

$$SSIM = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (2)$$

где μ_x и μ_y – средние значения яркости пикселей в изображениях x и y;

σ_x^2 и σ_y^2 – дисперсии яркости пикселей в изображениях x и y;

σ_{xy} – ковариация между изображениями x и y;

C_1 и C_2 – малые константы, используемые для стабилизации деления.

MAE (Mean Absolute Error) — это метрика, используемая для оценки точности бинаризации в различных областях, таких как обработка данных. Она измеряет среднее абсолютное отклонение между бинаризированным изображением и фактическими.

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i - x_i| \quad (2)$$

где n – количество пикселей изображения;

y_i – фактическое значение пикселя;

x_i – бинаризированное значение пикселя.

При выборе исходных данных необходимо учитывать следующие характеристики изображений:

– тип изображений: исходные данные могут включать как цветные, так и черно-белые изображения;

– качество изображений: изображения с высоким разрешением и четкостью обеспечивают лучшие результаты бинаризации;

– контрастность: изображения с высоким контрастом между объектами и фоном легче поддаются бинаризации [4].

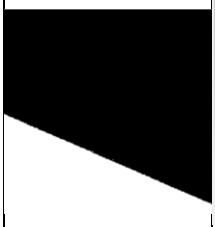
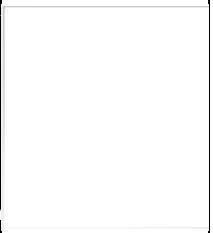
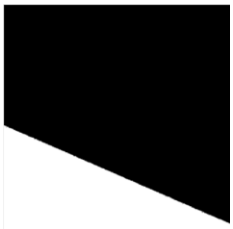
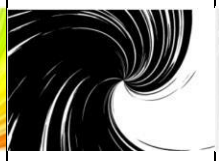
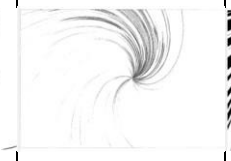
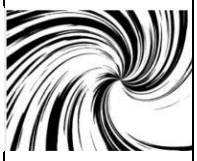
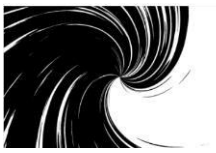
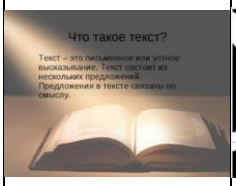
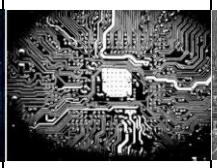
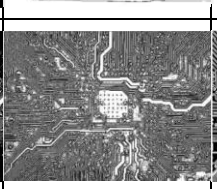
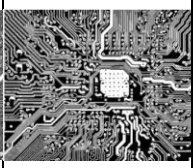
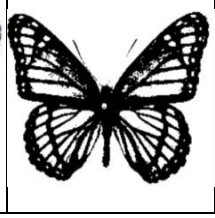
Оригинальные программные средства также могут включать в себя инструменты для визуализации результатов бинаризации, что помогает пользователям оценивать качество обработки и вносить необходимые изменения. Это может включать:

– интерактивные средства просмотра: позволяют пользователям сравнивать оригинальное и бинаризированное изображение;

– средства анализа качества: предоставляют пользователям метрики для оценки качества бинаризации, такие как искажение, индекс сходства и среднюю ошибку [5].

В таблице 1 приведены результаты работы исследуемых алгоритмов бинаризации для изображений различных типов.

Таблица 1. Результаты бинаризации

Алго-ритм / № изобра-жения	Оригинал	Отсу	Ниблэка	Бредли	С произвольным порогом бинаризации
1	2	3	4	5	6
№ 1					
№ 2					
№ 3					
№ 4					
№ 5					
№ 6					

В таблице 2 представлены результаты сравнения исследуемых характеристик.

Таблица 2. Результаты анализа изображений

Алгоритм	№ изображения	1	2	3	4	5	6
Отсу	Время вып-я, с.	0,17	0,189	0,221	0,166	0,168	0,097
	Кол-во проходов	640	1040	1200	480	760	200
	Искажение, %	21,68	24,72	22,18	61,16	16,19	24,49
	Индекс сходства, %	70,21	76,77	75,88	60,25	30,97	83,24
	Средняя ошибка, %	25,36	16,94	25,48	32,29	25,63	18,11
Ниблэк	Время вып-я, с.	0,035	0,046	0,083	0,033	0,057	0,029
	Кол-во проходов	80	130	150	60	95	25
	Искажение, %	64,48	22,72	50,33	11,7	11,4	18,29
	Индекс сходства, %	1,76	58,01	14,47	25,44	11,63	62,55
	Средняя ошибка, %	64,48	18,42	50,33	45,99	41,26	24,29
Бредли	Время вып-я, с.	0,167	0,174	0,175	0,139	0,171	0,135
	Кол-во проходов	640	1040	1200	480	760	200
	Искажение, %	64,85	16,19	36,66	12,59	10,12	18,54
	Индекс сходства, %	0,98	74,83	47,37	29,8	18,3	80,86
	Средняя ошибка, %	64,85	16,19	36,66	43,58	37,05	18,54
С произвольным порогом бинаризации	Время вып-я, с.	0,057	0,06	0,061	0,025	0,059	0,019
	Кол-во проходов	640	1040	1200	480	760	200
	Искажение, %	22,24	27,21	25,43	31,42	97,43	17,77
	Индекс сходства, %	68,76	78,86	75,95	62,75	3,45	83,47
	Средняя ошибка, %	24,83	15,48	25,43	31,42	12,95	17,77

Таким образом, можно сделать вывод, что эффективность методов бинаризации может значительно варьироваться в зависимости от характеристик исходных изображений и целей обработки. Например, адаптивные методы бинаризации, такие как метод Бредли или Ниблэка, продемонстрировали высокую эффективность при работе с изображениями, имеющими неравномерное освещение и сложные текстуры. Эти методы позволяют учитывать локальные характеристики изображения, что приводит к более точному выделению объектов.

В то же время, глобальные методы, хотя и проще в реализации, могут давать более качественные результаты на размытых изображениях или изображениях с шумом. Например, было отмечено, что при использовании

простых пороговых методов на размытых изображениях, программа работала быстрее и более качественно по сравнению с адаптивными методами.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что для изображений, где освещение варьируется по всей площади (например, фотография книги, рисунок или микросхема), адаптивные методы бинаризации являются более эффективными. Эти методы, такие как метод Брэдли или Ниблэка, позволяют учитывать локальные характеристики изображения и корректировать пороги в зависимости от освещения в каждой области. Это помогает избежать потери деталей в темных или светлых участках изображения. А для изображений, где освещение более однородное (например, градиент, бабочка или изображения с хорошим контрастом), глобальные методы бинаризации могут быть более подходящими. Эти методы, такие как метод Отсу или с произвольным порогом бинаризации, используют один порог для всего изображения, что делает их более быстрыми и менее ресурсоемкими. Они хорошо работают, когда контраст между объектами и фоном достаточно высок.

Источники

1. Pine Tools [Электронный ресурс]. https://pinetools.com/threshold-image (дата обращения: 14.12.2024).
2. Elektrobild [Электронный ресурс]. https://elektrobild.org/photo-filter/threshold (дата обращения: 14.12.2024).
3. Прикладная оптика – Бинаризация [Электронный ресурс]. http://aco.ifmo.ru/el_books/image_processing/5_02.html (дата обращения: 14.12.2024).
4. Демин С.Е., Демина Е.Л. Математическая статистика // Учебное издание [Электронный ресурс]. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/42953/1/demin-MS2016.pdf (дата обращения 14.12.2024).
5. CyberLeninka – Исследование методов бинаризации изображений [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-metodov-binarizatsii-izobrazheniy/viewer (дата обращения: 14.12.2024).

УДК 004.9

МОДЕЛИРОВАНИЕ В РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ: УСКОРЕНИЕ ИННОВАЦИЙ И СОКРАЩЕНИЕ ЗАТРАТ

Поторочина Полина Дмитриевна, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
polinapotorocina59@gmail.com

Аннотация. С ростом требования к новым материалам в различных отраслях, от авиации до медицины, моделирование становится ключевым инструментом в области материаловедения. Этот подход позволяет значительно ускорить процесс разработки новых материалов и существенно сократить затраты. В данной статье рассматриваются основные методы моделирования, их применение в различных отраслях, а также преимущества и недостатки данного подхода. Показаны примеры успешного внедрения моделирования в процессы разработки материалов и описаны будущие тенденции в этой области.

Ключевые слова: моделирование материалов, разработка материалов, молекулярная динамика, квантово-механическое моделирование, метод конечных элементов (МКЭ), композитные материалы, полимеры.

MODELING IN THE DEVELOPMENT OF NEW MATERIALS: ACCELERATE INNOVATION AND REDUCE COSTS

Potorochina Polina Dmitrievna, Hamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
polinapotorocina59@gmail.com

Abstract. With the increasing demand for new materials in various industries, from aviation to medicine, modeling is becoming a key tool in the field of materials science. This approach significantly speeds up the process of developing new materials and significantly reduces costs. This article discusses the main modeling methods, their application in various industries, as well as the advantages and disadvantages of this approach. Examples of successful implementation of modeling in the processes of materials development are shown and future trends in this area are described.

Keywords: modeling of materials, development of materials, molecular dynamics, quantum mechanical modeling, finite element method (FEM), composite materials, polymers.

Современное материаловедение сталкивается с множеством вызовов, включая необходимость разработки новых материалов с уникальными свойствами, такими как высокая прочность, легкость, термостойкость и устойчивость к коррозии. Традиционные методы разработки материалов часто требуют значительных временных и финансовых затрат. В связи с этим, моделирование стало неотъемлемой частью процесса разработки [1].

Технологические достижения и развитие вычислительных мощностей позволяют моделировать сложные материалы с высокой степенью точности.

Симуляция молекулярной динамики – это метод, который позволяет проследить изменения в системах на атомном уровне во времени. За счет применения инерционных законов физики и законов термодинамики, исследователи могут воссоздавать условия, аналогичные реальным экспериментам. Этот метод позволяет не только изучать термодинамические свойства материалов, но и предсказывать их механическое и тепловое поведение [2].

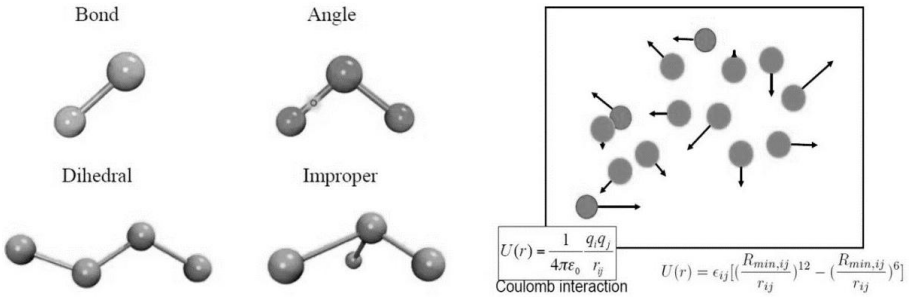


Рис. 1. Симуляция молекулярной динамики

Квантово-механическое моделирование – это подход, основанный на принципах квантовой механики, позволяя предсказывать свойства материалов на атомном уровне. Используя методы, такие как DFT (Density Functional Theory), исследователи могут получать данные о электронных структурах, которые влияют на физические свойства материалов.

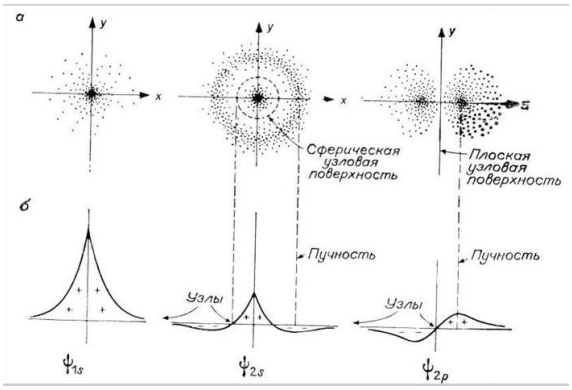


Рис. 2. Квантово-механическая модель атома

Методы макроскопического моделирования, например, метод конечных элементов (МКЭ), используются для анализа поведения и свойств материалов на больших масштабах. Это позволяет исследовать взаимодействие материалов и структур под действием различных нагрузок и условий окружения [3].

Использование моделирования в разработке новых материалов предлагает множество преимуществ:

Снижение затрат на эксперименты

Моделирование позволяет минимизировать количество необходимых лабораторных тестов. В некоторых случаях полностью исключается необходимость в их проведении, так как результаты компьютерных расчетов могут быть достаточно точными [4].

Ускорение процесса разработки

Изменение параметров в моделях возможно мгновенно, что позволяет эффективно тестировать гипотезы и оптимизировать материалы в короткие сроки.

Преодоление физических ограничений

Модели позволяют изучать материалы в условиях, которые невозможно воспроизвести, или в ситуациях, когда проведение эксперимента может быть опасным или крайне сложным.

Экологические и экономические выгоды

Моделирование может также помочь в разработке более экологически чистых материалов, снижая потребление ресурсов и количество отходов на этапе их производства.

Рис. 3. Классификация видов моделирования систем

Примеры успешного применения:

Композитные материалы

Исследования, проведенные с помощью моделирования, позволили существенно улучшить свойства углеродных волокон в композитах. Такие материалы стали основой для авиации и автомобильной промышленности. Например, использование молекулярной динамики позволило значительно повысить прочность и стабильность композитных материалов, что очень важно для конструкции летательных аппаратов.

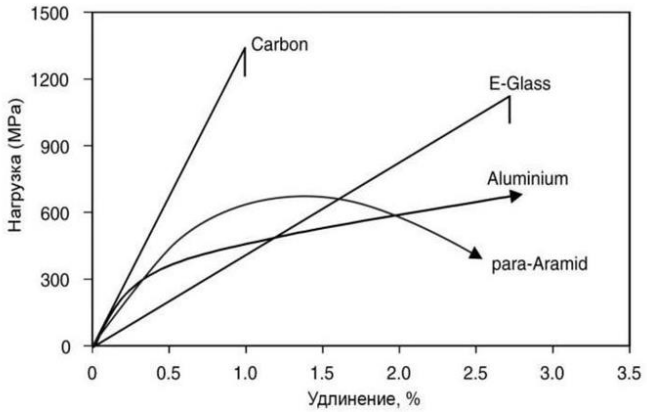


Рис. 4. Композитные материалы

Металлы с заданными свойствами

Квантово-механическое моделирование стало важным инструментом для разработки новых сплавов металлов. В частности, получение новых титано-алюминиевых сплавов, обладающих высокой термостойкостью, стало возможным благодаря точным расчетам их структурных и механических свойств.

Полимеры

Моделирование полимеров также активно развивается. С помощью симуляции молекулярной динамики можно анализировать структуру, свойства и поведение полимеров, что позволяет создавать инновационные полимерные композиты для различных отраслей.

Моделирование в разработке новых материалов, безусловно, ускоряет инновации и сокращает затраты. Применение компьютерных методов не только повышает прогнозируемость результатов, но и снижает риск неудачных экспериментов. Потенциал, который открывается с развитием данной области, позволяет надеяться на создание новых, уникальных материалов, необходимых для различных отраслей промышленности [5].

На горизонте развиваются и новые технологии, такие как машинное обучение, которые могут улучшить процессы моделирования, оптимизации и предсказания свойств материалов, таким образом открывая новые возможности и улучшая результаты работы.

Источники

1. Филимонов С.С., Хамитова Д.В. Динамические трехмерные модели в образовательной деятельности в области энергетики // Казань: КГЭУ, 2023. С. 590-592.

2. Хамитова Д.В., Филимонов С.С. Широкий спектр возможностей программы КОМПАС-3D // КГЭУ, 2023. С. 593-595.

3. Зиангиров, А.Ф. Проектирование изделий из листового металла // Тюмень: ТИУ, 2022. С. 409-411.

4. Зиангиров А.Ф., Фархутдинов М.М., Хамитова Д.В. 3D моделирование и 3D печать // Тюмень: ТИУ, 2022. С. 407-408.

5. Зиангиров А.Ф., Фархутдинов М.М., Хамитова Д.В. Методы исключения поддерживающих конструкций при 3D печати // Ростов на Дону: Манускрипт, 2022. С. 96-98.

УДК 621-313.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА «ПУБЛИКАЦИЯ ИНФОРМАЦИИ ОБ ОЛИМПИАДАХ»

Пшибес Ксения Александровна, Тяпкина Анастасия Вячеславовна
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
anastasiatnmstu@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрено моделирование бизнес-процесса «Публикация информации об олимпиадах» с использованием методологии SADT в нотации IDEF0. Представлена функциональная декомпозиция процесса, описаны ключевые этапы: получение, обработка, обновление и публикация данных об олимпиадах. Определены внешние факторы управления и механизмы, обеспечивающие выполнение процесса. Разработанная модель позволяет структурировать процесс публикации информации, оптимизировать обработку данных и улучшить взаимодействие между системой и пользователями.

Ключевые слова: моделирование бизнес-процесса, IDEF0, олимпиады, публикация данных, информационные системы.

MODELING THE BUSINESS PROCESS «PUBLICATION OF INFORMATION ABOUT OLYMPIADS»

Pshibes Ksenia Alexsandrovna, Tyapkina Anastasia Vyacheslavovna
NMSTU, Magnitogorsk, Russia
anastasiatnmstu@gmail.com

Abstract. The article examines the modeling of the business process «Publication of information about Olympiads» using the IDEF0 methodology. A functional decomposition of the process is presented, key stages are described: data acquisition, processing, updating, and publication. External control factors and mechanisms ensuring process execution are identified. The developed model helps structure the publication process, optimize data processing, and improve interaction between the system and users.

Keywords: business process modeling, IDEF0, Olympiads, data publication, information systems.

Олимпиадное движение помогает выявлять талантливых учащихся, формирует конкурентную среду и стимулирует профессиональное самоопределение, а также развитие научно-исследовательских навыков.

По опросу на 2022 год, в студенческих олимпиадах участвовало 23% респондентов против 64%, участвовавших в школьных [1]. Во Всероссийской олимпиаде за 2024 год участвовало около 7 миллионов школьников среди 17,7 миллионов учащихся, что составляет около 39.55% от их числа [2]. В 2024 году всего около 130 тысяч студентов со всех регионов участвовали в олимпиаде «Я – Профессионал», что среди 3 миллионов учащихся по программам бакалавриата в России составляет лишь 4.33% [3].

Показатель участия в олимпиадах зависит от различных факторов: стремления получить знания и навыки в конкретной сфере и льготы при поступлении, получения стажировки в престижных компаниях, наличия призов, а также от самой возможности принять участие, прежде всего – своевременного получения информации о порядке участия.

Для школьников уже существует удобный инструмент для поиска необходимой информации – сайт «Postupi.online», предоставляющий данные не только о программах вузов, но и об актуальных проводимых в России олимпиадах [5]. Однако для обучающихся по программам высшего образования на данный момент наблюдается разрозненность данных и сложность поиска актуальных соревнований, что не способствует вовлеченности студентов в олимпиадное движение.

Решением данной проблемы является разработка онлайн-платформы, агрегирующей данные о студенческих олимпиадах. Такая система должна обеспечивать удобный поиск мероприятий и включать механизмы уведомлений и фильтрации по ключевым параметрам. Своевременное получение информации повысит процент участников олимпиадного движения.

Перед разработкой онлайн-платформы необходимо провести системный анализ процесса информирования об олимпиадах – целесообразно рассмотреть его с помощью функционального моделирования, в частности, нотации IDEF0, позволяющей структурировать ключевые функции системы и определить потоки информации, входные и выходные данные, механизмы обработки и управления [6, 7].

В предлагаемой модели IDEF0 базовый процесс можно разделить на несколько функций. Получение данных – это автоматизированный сбор информации об олимпиадах через парсинг веб-ресурсов и API. Могут использоваться такие механизмы парсинга, как библиотеки BeautifulSoup и Requests библиотеки Pandas. Далее данные обрабатываются: информация структурируется по атрибутам и проходит валидацию. Актуальные данные записываются в базу данных онлайн-платформы, после чего отображаются в каталоге в пользовательском интерфейсе. Зарегистрированные пользователи могут подписаться на обновления интересующих их олимпиад, а автоматическая рассылка уведомлений предупредит их об изменениях.

На рисунке 1 представлена главная диаграмма функциональной модели бизнес-процесса «Публикация информации об олимпиадах», выполненная в средстве моделирования «Ramus Educational».

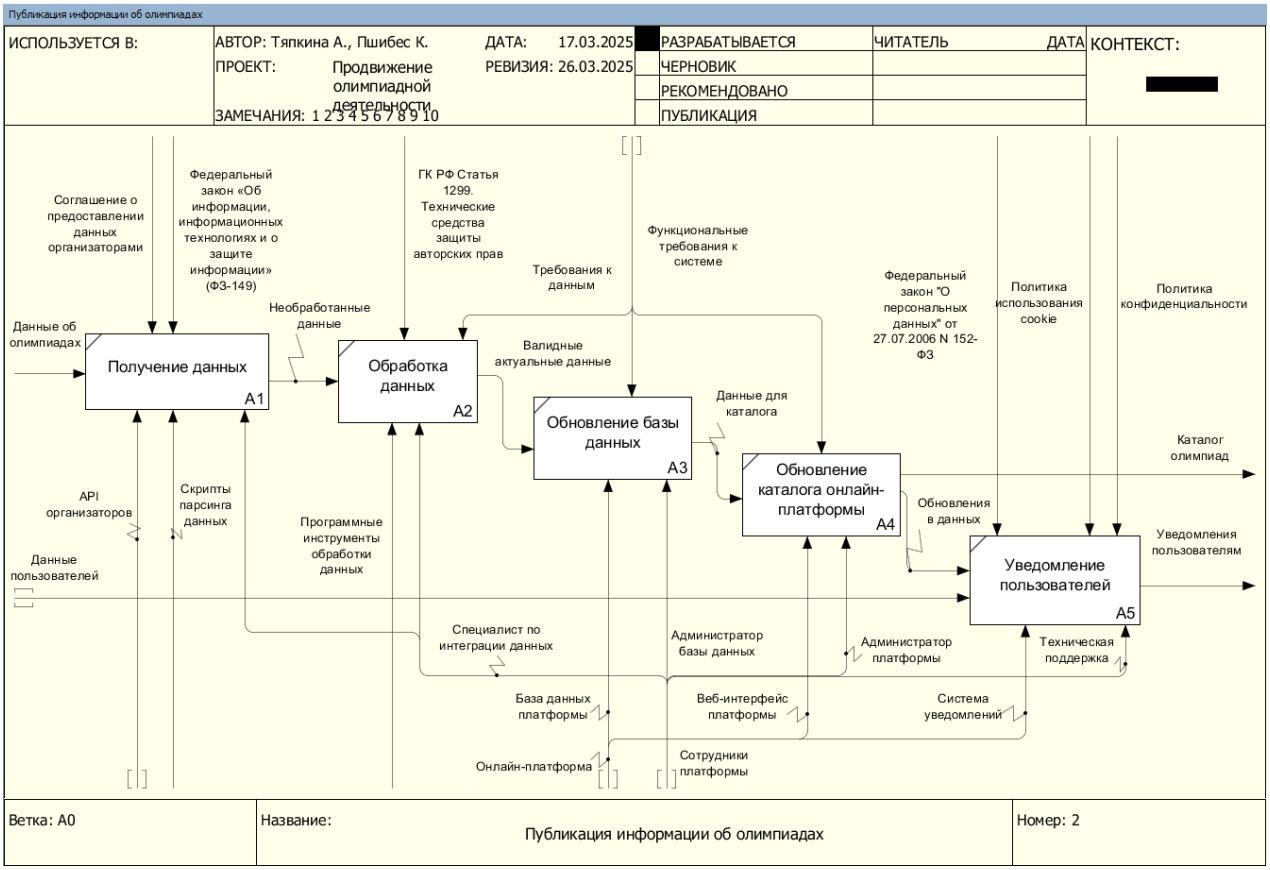


Рис. 1. Главная диаграмма функциональной модели бизнес-процесса «Публикация информации об олимпиадах» в нотации IDEF0

В качестве управления в модели IDEF0 рассматриваются функциональные требования к системе и нормативные документы, регулирующие сбор данных. Механизмами выступают скрипты парсинга, база данных и система онлайн-платформы. На входе система получает данные от сайтов организаторов. Выходными данными являются структурированная информация о предстоящих олимпиадах в виде каталога и персонализированные уведомления.

Использование нотации IDEF0 для описания бизнес-процесса обеспечивает четкое понимание структуры системы, выявление узких мест и возможностей оптимизации для дальнейшего проектирования информационной системы, обеспечивающей автоматизированную публикацию данных об олимпиадах. Рассмотренная модель является основой концепции внедряемой системы. Дальнейший анализ системы по методологиям моделирования бизнес-процессов, ее разработка и внедрение существенно повысит вовлеченность студентов в олимпиадное движение.

Источники

1. НАФИ: Аналитический центр [Электронный ресурс]. https://nafi.ru/analytics/pokolenie-olimpiadnikov-nyneshnie-shkolniki-v-1-5-raza-chashche-uchastvuyut-v-olimpiadakh-chem-shkol/ (дата обращения: 31.03.2025).

2. ТАСС: информационное агентство России [Электронный ресурс]. https://tass.ru/obschestvo/19470415 (дата обращения: 31.03.2025).

3. Информационный Центр Правительства Москвы [Электронный ресурс]. https://icmos.ru/news/moskva-stala-liderom-po-cislu-studentov-prosedsix-v-zaklyucitelnyi-etap-olimpiady-ya-professional (дата обращения: 31.03.2025).

4. Емельянова И.Н., Теплякова О.А. Олимпиада как интеллектуально-развивающий ресурс: исследование результативности участия обучающихся профильных и непрофильных классов Уральского федерального округа // Известия ВГПУ. 2021. № 5 (158).

5. Postupi.online: информационный ресурс о поступлении в вузы [Электронный ресурс]. https://postupi.online/olimpiada/ (дата обращения: 31.03.2025).

6. Махмутова М.В. Управление данными // Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. С. 80.

7. Новикова Т.Б., Назарова О.Б., Петеляк В.Е. Бизнес-моделирование: IDEF0, DFD, IDEF3, FISHBONE, FTA: учебное пособие // МГТУ. Магнитогорск: МГТУ, 2015.

УДК 004.9

СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Расчислова Софья Андреевна, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Sraschislova@mail.ru

Аннотация. В работе проведен анализ роли трехмерного сканирования в современных проектных процессах. Рассмотрены ключевые направления применения данной технологии: создание цифровых моделей в архитектуре и строительстве, проектирование промышленных объектов, оптимизация экономических затрат и реверсивный инжиниринг. Приведены преимущества 3D-сканирования в каждом из направлений. Сделан вывод о внедрении технологии в производство.

Ключевые слова: трехмерное сканирование, цифровые модели, проектирование, автоматизация.

THE SPECIFICS OF USING 3D SCANNING TECHNOLOGIES IN DESIGN

Raschislova Sofya Andreevna, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
Sraschislova@mail.ru

Abstract. The paper analyzes the role of three-dimensional scanning in modern design processes. The key areas of application of this technology are considered: creation of digital models in architecture and construction, design of industrial facilities, optimization of economic costs and reverse engineering. The advantages of 3D scanning are given. It is concluded that technology has been introduced into production.

Keywords: three-dimensional scanning, digital models, design, automation.

Сегодня методы трехмерного сканирования занимают центральное место в инженерных и архитектурных практиках, предоставляя уникальные возможности для оцифровки физических объектов. Их внедрение в проектирование трансформирует традиционные процессы, сокращая временные затраты и повышая точность данных.

Технологии трехмерного сканирования кардинально меняют подходы к работе с объектами в архитектуре и строительстве. Основная их задача –

создание высокочастотных цифровых двойников, которые становятся основой для проектирования, реконструкции и мониторинга состояния сооружений.

При реставрации памятников архитектуры ручные измерения часто приводят к искажениям из-за человеческого фактора. 3D-сканеры фиксируют объекты с точностью до 1-2 мм, захватывая мельчайшие детали. Например, при восстановлении фасадов старинных зданий в Европе сканирование позволило воспроизвести утраченные элементы декора, используя данные сохранившихся фрагментов [1]. Технология также применяется для создания архивных цифровых копий, что особенно актуально для объектов, подверженных разрушению. Пример сканирования показан на рисунке.

Рис. 1. Сканирование 3D-сканером архитектуры

Данные сканирования импортируются BIM-системы, где преобразуются в параметрические модели. Это упрощает работу с существующей инфраструктурой: например, при надстройке этажей или прокладке коммуникаций в исторических зданиях. BIM-модель, основанная на сканировании, позволяет визуализировать коллизии до начала строительства, снижая риск ошибок.

Регулярное сканирование строящихся объектов помогает отслеживать прогресс и выявлять отклонения от проектов. К примеру, при возведении многоэтажных комплексов сравнение моделей на разных этапах строительства позволяет контролировать вертикальность конструкций и соответствие инженерным расчетам [2].

В промышленности 3D-сканирование решает задачи, связанные с проектированием сложных систем, обеспечением безопасности и соблюдением жестких стандартов качества. При создании нефтехимических заводов или энергетических комплексов сканирование используется для оцифровки существующих коммуникаций. Это позволяет проектировать новые узлы без остановки производства. Например, модернизация трубопровода на нефтеперерабатывающем заводе: сканирование помогло точно вписать новую систему фильтрации в старую инфраструктуру, избежав ошибок в расчетах нагрузок [3].

На опасных производствах (химические заводы, АЭС) сканирование используется для дистанционного обследования оборудования. При оценке износа реакторов данные сканирования анализируются на предмет коррозии и деформации, что позволяет планировать ремонт до возникновения аварийных ситуаций. Технология также минимизирует риск для персонала, исключая необходимость работы в зонах с повышенной радиацией или токсичностью.

В авиационной и автомобильной промышленности трехмерное сканирование применяется для проверки геометрии деталей. Например, при производстве турбин для самолетов отклонение лопаток даже на 0,1 мм может привести к катастрофе. Сканеры выявляют такие дефекты на этапе контроля, сравнивая деталь с CAD-моделью. В автомобилестроении сканирование кузовов после штамповки позволяет обнаружить микротрещины, невидимые при визуальном осмотре, что повышает надежность продукции.

В сфере реверсивного инжиниринга 3D-сканирование становится инструментом для воссоздания утраченной документации или модернизации устаревших компонентов. Эта технология позволяет реконструировать геометрию корпусных деталей даже при отсутствии исходных чертежей, что актуально для ремонта промышленного оборудования [4]. Примером служит восстановление турбин электростанций: сканирование изношенных лопаток обеспечивает производство идентичных заменяемых элементов, сокращая время простоя и затраты на замену.

Использование 3D-сканирования в проектировании напрямую влияет на рентабельность процессов. На строительство объектах данная технология сокращает затраты на исправление ошибок на 25-35% за счет превентивного анализа данных [5]. Дополнительным преимуществом является минимизация простоев: удаленное сканирование труднодоступных зон исключает необходимость остановки производства для проведения замеров. Кроме того, оптимизация расходов материалов через точное моделирование снижает экологический след проектов, что соответствует принципам устойчивого развития.

Таким образом, технологии трехмерного сканирования открывают новые горизонты для проектирования, комбинируя высокую точность, экономическую эффективность и адаптивность. Их применение в строительстве, промышленности и реверсивном инжиниринге подтверждается на практике, однако успешная реализация требует развития цифровой инфраструктуры и подготовки кадров, способных работать с междисциплинарными решениями.

Источники

1. Колчин А.С. Специфика применения технологии трёхмерного сканирования в строительстве и проектировании. // М.: Стройиздат, 2021.
2. Анисимов В.А., Шарипов И.И. 3D моделирование в промышленном производстве // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. Матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. Казань, 2022. С. 191-194.
3. Малиновский Д.А., Евтеев С.П. Моделирование и технология 3D-сканирования для проектирования промышленных объектов // СПб.: Политехника, 2020.
4. Петров О.Г., Норзизода Х.Ш. Применение технологий 3D-сканирования в реверсивном инжиниринге корпусных деталей // Инженерный вестник. 2023. № 1. С. 33-40.
5. Норин В.И., Шахмеева Л.Р. Экономическая эффективность применения трёхмерного сканирования в архитектуре и строительстве // Экономика строительства. 2022. № 4. С. 45-52.

УДК 004.942

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ПРЕДПРИЯТИЙ: ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ

Рашидова Залина Джамидиновна, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
rashidova.zalina@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается актуальность использования цифровых двойников и имитационного моделирования как ключевых инструментов для анализа, прогнозирования и управления сложными системами. Приведён обзор предметной области, раскрывающий принципы функционирования цифровых двойников и имитационного моделирования, их преимущества и ограничения. Рассматриваются основные методы имитационного моделирования, приведены примеры практического применения имитационного моделирования в различных отраслях.

Ключевые слова: цифровой двойник, имитационное моделирование, оптимизация процессов, прогнозирование, моделирование.

DIGITAL TWINS OF ENTERPRISES: SIMULATION MODELING AND RESEARCH

Rashidova Zalina Djamidinovna, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Kazan, Russia
rashidova.zalina@mail.ru

Abstract. This article discusses the relevance of using digital twins and simulation modeling as key tools for analyzing, forecasting, and managing complex systems. A review of the subject area is provided, revealing the principles of operation of digital twins and simulation modeling, their advantages, and limitations. The main methods of simulation modeling are examined, and examples of practical applications in various industries are presented.

Keywords: digital twin, simulation modeling, process optimization, forecasting, modeling.

В эпоху активной цифровизации и усиления конкуренции перед компаниями стоит задача оптимизации бизнес-процессов, сокращения затрат и повышения операционной эффективности. Цифровые двойники становятся незаменимым инструментом, предоставляя возможность анализировать, тестировать различные сценарии и прогнозировать изменения, не вмешиваясь в реальные процессы [1]. Важным компонентом цифровых двойников является имитационное моделирование, которое создаёт виртуальные аналоги реальных

систем. Это позволяет детально изучать возможные сценарии, оптимизировать процессы и находить оптимальные решения [2]. С его помощью можно прогнозировать поведение систем в нестандартных ситуациях, оценивать последствия изменений и минимизировать риски.

Цифровой двойник (ЦД) представляет собой виртуальный аналог физического объекта, который воспроизводит его структуру, текущее состояние и поведение в режиме реального времени. ЦД собирает данные с объекта, анализирует их и прогнозирует возможные изменения в будущем [1].

Имитационное моделирование – это процесс разработки компьютерной модели, которая воссоздаёт поведение системы в различных условиях. Этот подход особенно полезен, когда проведение экспериментов на реальных объектах связано с высокими затратами или невозможно. Он позволяет учитывать сложные взаимосвязи и случайные факторы [3].

Имитационное моделирование открывает широкие возможности для анализа и оптимизации процессов, однако его применение сопряжено с определёнными ограничениями и сложностями.

Преимущества имитационного моделирования:

1. Высокая точность и реалистичность.

2. Оптимизация процессов. С помощью цифровых двойников можно выявлять узкие места в производственных и логистических цепочках, что способствует их улучшению.

3. Прогнозирование. Имитационное моделирование позволяет предсказывать будущие состояния объектов и систем, что помогает в принятии стратегических решений.

4. Экономия ресурсов. Тестирование различных сценариев в виртуальной среде исключает необходимость дорогостоящих экспериментов на реальных объектах.

Недостатки и ограничения:

1. Сложность создания моделей. Подготовка и настройка моделей для имитационного моделирования могут требовать значительных трудозатрат.

2. Необходимость валидации.

3. Ограничение точности. Моделирование всегда носит приближенный характер, и точность результатов зависит от качества входных данных.

4. Большие затраты при интеграции [4].

Дискретно-событийное моделирование (DES) используется для анализа процессов, которые можно представить как последовательность дискретных событий. Этот метод подходит для моделирования производственных процессов, логистики, обслуживания клиентов и других систем, где важны временные интервалы между событиями.

Системная динамика (SD) используется для моделирования сложных систем, где важны причинно-следственные связи и долгосрочные эффекты. Этот метод подходит для стратегического планирования и анализа систем с обратными связями.

Агентное моделирование (ABM) используется для анализа систем, где важны взаимодействия между отдельными объектами (агентами). Этот метод подходит для моделирования социальных, экономических и экологических систем, где поведение отдельных элементов влияет на общую динамику системы.

Имитационные модели способны воспроизводить объекты или системы любой сложности, но их создание может быть ограничено только недостаточной квалификацией исполнителя или необходимостью получения высокой точности при обработке больших объемов данных. Для достижения точных результатов с большими выборками могут потребоваться компьютеры с высокой вычислительной мощностью. При этом важно отметить, что в отличие от аналитических моделей, где сложность растёт экспоненциально с увеличением данных, в имитационных моделях сложность увеличивается значительно медленнее после определённого порога, что делает их более эффективными для работы с большими объемами данных.

Рис. 1. Сравнение роста сложности аналитической и имитационной модели в зависимости от сложности объекта

Выбор метода имитационного моделирования зависит от целей исследования, сложности моделируемой системы и доступных данных.

На рисунке 2 представлена схема, иллюстрирующая основные этапы создания имитационной модели.

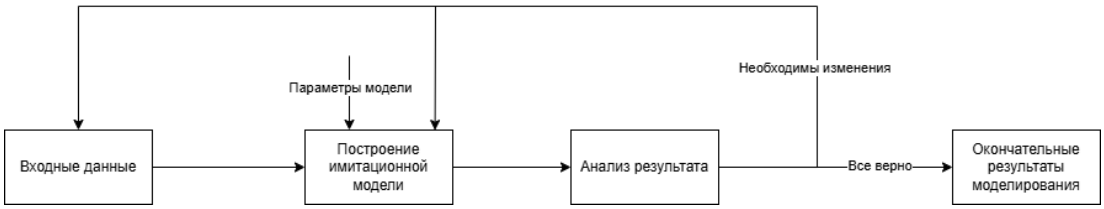


Рис. 2. Схема построения имитационной модели

Процесс построения имитационной модели начинается с чёткого определения целей моделирования и проведения анализа системы, которая подлежит имитации. На основе собранных данных и экспертных знаний о системе разрабатывается концептуальная модель. Она включает описание ключевых элементов, процессов и взаимосвязей, которые будут воспроизводиться в модели. После этого осуществляется реализация модели с учётом необходимых параметров и условий, что позволяет перейти к её тестированию и дальнейшему использованию. После создания модели проводится анализ результатов, ее верификация (проверка корректности реализации) и валидация (сравнение с реальной системой). В процессе редактирования вносятся изменения в структуру, параметры или логику модели для улучшения ее точности и соответствия реальным условиям. Цикл тестирования и корректировки повторяется до достижения необходимого уровня адекватности модели.

Ключевые направления развития имитационного моделирования включают использование нейронных сетей и машинного обучения для создания точных адаптивных моделей, способных реагировать на изменения в реальном времени. Облачные технологии предоставляют необходимые вычислительные ресурсы и хранилища для обработки больших объёмов данных. Совершенствование вычислительных технологий, таких как увеличение быстродействия и объёма памяти, позволяет обрабатывать сложные и детализированные модели. Объединение имитационного моделирования с аналитическими и гибридными методами создаёт дополнительные перспективы для всестороннего анализа и совершенствования систем [5].

Компания Cardinal Health использовала имитационное моделирование для решения проблемы неравномерной нагрузки сотрудников. Модель воспроизводила их активность и взаимодействие, что позволило сократить рабочую смену с 10,5 до 7,25 часов, повысить производительность и экономить более 3 млн долларов ежегодно. Pfizer разработала платформу для тестирования лекарств, функционирующую как система поддержки решений (СППР). Она анализирует данные клинических исследований, назначает дозировку, курс лечения и прогнозирует результаты благодаря интеграции данных, машинному обучению и имитационному моделированию, оптимизируя процесс разработки [6].

Цифровые двойники и имитационное моделирование играют ключевую роль в современных подходах к оптимизации производственных процессов и эффективному управлению ресурсами в условиях цифровой трансформации [7]. Имитационное моделирование, как важный инструмент в рамках цифровых двойников, позволяет предприятиям тестировать различные сценарии, прогнозировать изменения в реальных условиях и находить оптимальные

решения. Несмотря на свои преимущества, такие как точность, оптимизация процессов и экономия ресурсов, имитационное моделирование также сталкивается с определенными вызовами, включая сложность создания моделей, необходимость валидации и высокие затраты на внедрение.

Таким образом, цифровые двойники и имитационное моделирование стали ключевыми инструментами для бизнеса, помогая оптимизировать процессы, повышать эффективность и снижать риски. Они позволяют прогнозировать сценарии и улучшать операции, что особенно важно в условиях динамичной бизнес-среды.

Источники

1. Силкина О.Ю., Смирнов Ю.Н. Имитационное моделирование как компонент цифрового двойника // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 513-516.
2. Филимонова Т.К., Овсеенко Г.А., Мустафаев Т.А. Разработка имитационной информационно-математической модели деятельности предприятия // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 127-130.
3. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Гарипова Г.Р. Оптимизация дорожного движения с использованием имитационного моделирования // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 40-45.
4. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. Цифровое предприятие как модель потока создания стоимости // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: национальная (с международным участием) научнопрактическая конференция. Казань, 2022. С. 118-121.
5. Шиховцева А.Н., Смирнов Ю.Н. Программные продукты цифровых двойников: назначение, функционал и платформа // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 690-693.
6. Имитационное моделирование в фарминдустрии: кейсы зарубежных компаний. [Электронный ресурс]. https://habr.com/ru/articles/579712/ (дата обращения: 20.02.2025).
7. Алемасов Е.П., Беляев Э.И. Использование имитационного моделирования для планирования движения коммунального транспорта // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 34-39.

УДК 004

ПРОТОТИП МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ CRM-СИСТЕМЫ

Сабреков Кирилл Андреевич, Байрашев Рустам Станиславович, Пурлиев Эзиз
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казань, Россия
sabrekov.pochta@gmail.com

Аннотация. В статье проведен анализ отечественных CRM-решений, выявлены ключевые особенности, тенденции рынка, специфику локализации, стоимость решений и интеграционные возможности. Представлены результаты сравнительного анализа российских CRM-продуктов. Предлагается прототип мобильного приложения CRM-решения. Прототип мобильного приложения содержит компоненты: компонент авторизации, компонент управление клиентской базой, компонент фильтрации клиентов, компонент обновления данных из внешних источников, компонент истории транзакций.

Ключевые слова: CRM-система, автоматизация бизнеса, управление клиентами, аналитика, интеграция, безопасность, российский рынок.

PROTOTYPE OF A MOBILE APPLICATION FOR A CRM SYSTEM

Sabrekov Kirill Andreevich, Bayrashev Rustam Stanislavovich, Purliev Eziz
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
sabrekov.pochta@gmail.com

Abstract. The article analyzes domestic CRM solutions, identifies key features, market trends, localization specifics, cost of solutions and integration capabilities. The results of a comparative analysis of Russian CRM products are presented. A prototype of a mobile application of a CRM solution is proposed. The prototype of the mobile application contains the following components: authorization component, client base management component, client filtering component, data update component from external sources, transaction history component.

Keywords: CRM system, business automation, customer management, analytics, integration, security, Russian market.

В условиях цифровой трансформации и конкуренции эффективное управление взаимоотношениями с клиентами становится стратегически важным аспектом деятельности компаний [1]. CRM-системы позволяют автоматизировать бизнес-процессы, интегрироваться с различными сервисами и обеспечивать комплексную аналитику данных [2, 3].

Целью исследования является анализ российских CRM-решений, выявление ключевых особенностей, функциональных возможностей и

экономической целесообразности их использования, а также создание прототипа мобильного приложения CRM-решения. Одним из ключевых элементов успешного CRM-решения является его прототип, который позволит оценить основные характеристики и функциональные возможности будущего программного продукта.

На российском рынке представлено множество CRM-решений [3], отличающихся стоимостью, функционалом и ориентацией на различные сегменты бизнеса. Анализ представлен в таблице 1.

Таблица 1. Анализ отечественных CRM-платформ

Название	Разработчик	Стоимость	Целевая аудитория	Функционал
Орбита CRM	Россия	120 000 руб./год	Средний и крупный бизнес	Продажи, управление задачами, аналитика
CRMTORGI	Россия	5000 руб./мес.	Компании, участвующие в торгах	Автоматизация тендеров, отчётность
EKOCRM	Россия	5500 руб./мес.	Малый бизнес, сервисные компании	Интеграция с мессенджерами, маркетинг
VivaCRM	Россия	999–5999 руб./мес.	Разные бизнес-сферы	Гибкая настройка, автоматизация процессов
OkoCRM	Россия	572 руб./мес.	Малый бизнес	Простота в использовании, низкий порог входа

Анализ показал, что отечественные CRM-платформы обладают следующими особенностями:

1. Локализация и соответствие законодательству – поддержка ФЗ-152 о защите персональных данных.

2. Гибкость тарифных планов – наличие как бюджетных решений, так и премиум-продуктов.

3. Интеграция с 1С и ERP-системами – важный фактор для автоматизации бизнес-процессов.

4. Развитая аналитика и отчётность – инструменты для контроля ключевых показателей и прогнозирования.

Для оценки эффективности CRM-решений был проведён анализ функциональных возможностей представленных платформ, в результате которого выявлено, что большинство отечественных CRM-платформ ориентированы на автоматизацию основных бизнес-процессов, но имеют отличительные особенности:

– CRMTORGI специализируется на участии в торгах и аукционах [4 – 6].

– OkoCRM предлагает бюджетное решение для малого бизнеса.

– VivaCRM нацелена на управление продажами с возможностью гибкой настройки [5, 7].

В работе предложен прототип мобильного приложения [1, 5] CRM-решения, ориентированного на управление клиентскими данными и интеграцию с внешними сервисами. Мобильное приложение имеет модульную архитектуру, структура базы данных представлена на рисунке 1.

Прототип мобильного приложения содержит реализацию следующих компонентов:

– Компонент авторизации – реализована форма входа с использованием электронной почты и пароля, обеспечивающая безопасный доступ к CRM.

– Компонент управления клиентской базой – предусмотрен удобный интерфейс для работы с клиентами, включающий детализированные карточки с личной информацией.

– Компонент фильтрации клиентов – реализован механизм поиска и сортировки, позволяющий эффективно управлять клиентской базой.

– Компонент обновления данных из внешних источников – система поддерживает интеграцию с сервисами, такими как Google и GitHub, что позволяет автоматически актуализировать клиентские данные.

– Компонент истории транзакций – отображаются сведения о платежах, включая статусы транзакций, что упрощает контроль финансовых операций.

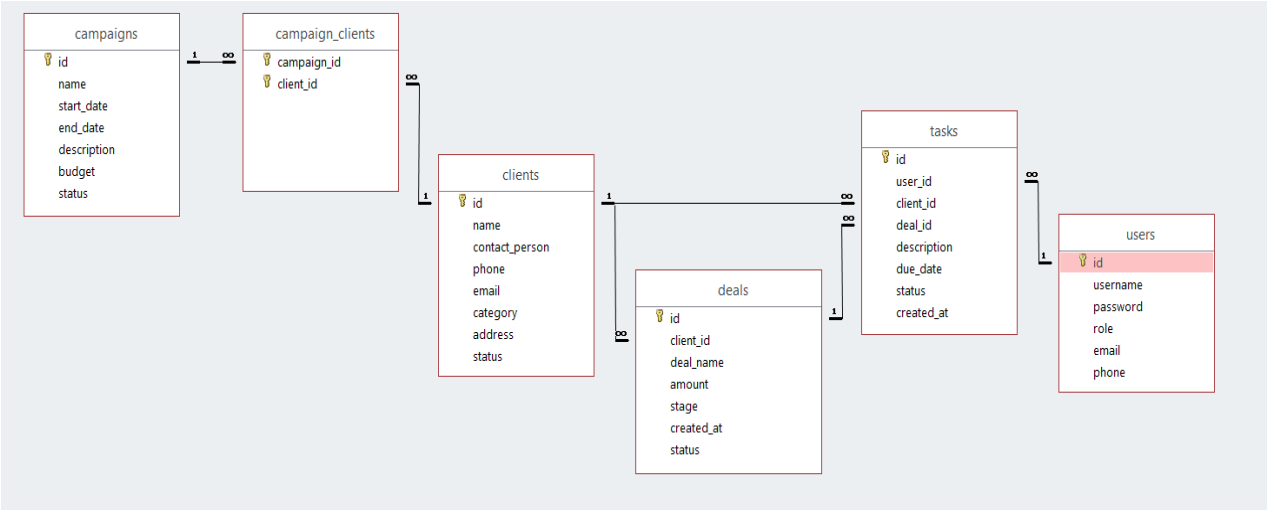


Рис. 1. Схема базы данных прототипа

Разработанный прототип CRM ориентирован на гибкость и масштабируемость, что позволяет его адаптировать под потребности различных отраслей, таких как розничная торговля, финансы и сфера услуг.

Прототип мобильного приложения CRM-решения является важным этапом разработки, который позволяет оценить основные характеристики и

функциональные возможности будущего продукта. На основе прототипа можно внести необходимые изменения и улучшения, чтобы создать эффективное и удобное в использовании CRM-решение. Прототип успешно прошёл тестирование в рамках пилотных проектов. Апробация прототипа показала положительные результаты в части улучшения взаимодействия с клиентами.

Источники

1. Головкин В.В. Мобильное приложение для сотрудников, как инструмент контроля и управления // Инновации и инвестиции. 2023. № 1. С. 147-150.
2. Скворцова Н.А., Марковская Н.А. CRM-системы автоматизации бизнес-процессов // Научные Записки ОрелГИЭТ. 2020. № 3 (35). С. 62-67.
3. RBC Research. (2023) [Электронный ресурс]. https://www.rbc.ru/ (дата обращения: 10.02.2025).
4. Тумбинская М.В., Абзалов А.Р. Исследование результатов применения программного тренажера по реагированию на факты реализации компьютерных угроз в АСУ ТП // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 1 (97). С. 83-96.
5. Залата А.С., Купцов А.О., Болсуновская М.В., Лексашов А.В., Широкова С.В. Управление проектом внедрения мобильного приложения для совершенствования взаимоотношения с клиентами компании // Управление в экономических и социальных системах. 2021. № 1 (7). С. 15-21.
6. Тумбинская М.В. Модель защищенной информационной системы интернет-банкинга // Прикладная информатика. 2015. Т. 10. № 5 (59). С. 62-72.
7. Мухаматханов Р.М., Михайлов А.А., Баянов Б.И., Тумбинская М.В. Классификация DDOS-атак на основе нейросетевой модели // Прикладная информатика. 2019. Т. 14. №1 (79). С. 96-103.

УДК 004.052.3

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ВО ВНЕШНИЕ СЕРВИСЫ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Саидгараева Ралина Рамилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Ralina.yung@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается реализация Transactional Outbox в производственных условиях, используя Java и современные технологии, такие как Spring Boot и Apache Kafka.

Ключевые слова: Transactional Outbox, Java, Spring Boot, Apache Kafka.

ENSURING FAULT-TOLERANT DATA TRANSFER TO EXTERNAL SERVICES IN INFORMATION SYSTEMS

Saidgaraeva Ralina Ramilevna
KSPEU, Kazan, Russia
Ralina.yung@bk.ru

Abstract. This article looks at implementing Transactional Outbox in a production environment using Java and modern technologies such as Spring Boot and Apache Kafka.

Keywords: Transactional Outbox, Java, Spring Boot, Apache Kafka.

В современных распределённых системах одной из ключевых задач является обеспечение надёжной передачи данных во внешние сервисы. Проблемы, связанные с сетевой недоступностью, ошибками обработки или сбоями в работе баз данных, могут привести к потере критически важных данных. Для решения этой проблемы применяется паттерн Transactional Outbox, который гарантирует согласованность данных и их доставку даже в условиях сбоев [1].

При разработке информационных систем часто возникает необходимость отправки сообщений во внешние сервисы (например, уведомления, интеграции с платежными системами или аналитическими сервисами). Однако прямой вызов внешнего API в рамках транзакции базы данных может привести к следующим проблемам: потеря данных (если транзакция завершится успешно, но внешний сервис недоступен, сообщение будет потеряно); двойная обработка (если система попытается отправить сообщение повторно, внешний сервис может обработать его дважды); долгие транзакции (ожидание ответа от

внешнего сервиса увеличивает время выполнения транзакции, что снижает производительность). Именно для решения таких проблем применяется паттерн Transactional Outbox.

Transactional Outbox предполагает сохранение исходящих сообщений в специальную таблицу outbox в рамках основной транзакции базы данных. Затем отдельный процесс (например, фоновый worker или CDC-механизм) читает эти сообщения и отправляет их во внешние сервисы.

Принцип работы Transactional Outbox (рис. 1.) заключается в следующем:

1. Приложение выполняет бизнес-логику и сохраняет данные в основную таблицу.

2. В рамках той же транзакции запись о событии сохраняется в таблицу outbox.

3. Отдельный процесс (например, Kafka Connect, Debezium или кастомный worker) читает записи из outbox и отправляет их в брокер сообщений (Kafka, RabbitMQ) или напрямую во внешний сервис.

4. После успешной отправки запись помечается как обработанная или удаляется [2].

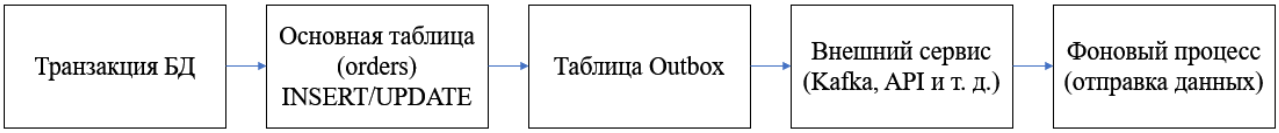


Рис. 1. Принцип работы Transactional Outbox

Таблица данных Outbox в SQL (рис. 2.) должна включать в себя всю необходимую для работы приложения информацию: id записи; статус обработки события; тип события; дата создания записи; id связанной сущности; сообщение. Кроме того, поле «тип события» может также использоваться для обработки лишь определённых событий.

```
CREATE TABLE outbox (
    id BIGSERIAL PRIMARY KEY,
    aggregate_id VARCHAR(255) NOT NULL,
    event_type VARCHAR(255) NOT NULL,
    payload JSONB NOT NULL,
    created_at TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
    status VARCHAR(50) DEFAULT 'PENDING'
);
```

Рис. 2. Таблица данных Outbox в SQL

Описание таблицы данных Outbox в виде Java-класса (рис. 3.) позволяет не писать вручную SQL код по ее созданию, так как программа автоматически напишет ее с помощью Spring boot, который собирает в себе зависимости и

автоматически их настраивает благодаря механизму стартеров. В представленном варианте используется стартер spring-boot-starter-data-jpa.

```java
@Entity
@Table(name = "outbox")
public class OutboxMessage {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
    private Long id;

    private String aggregateId;
    private String eventType;
    private String payload;
    private LocalDateTime createdAt;
    private String status;

    // Getters and Setters
}
```

Рис. 3. Модель Outbox-сообщения

Сохранение данных в таблицу должно происходить в рамках транзакции, поэтому в рамках кода оно должно быть расположено в необходимом сервисе. Если при формировании заказа нужно уведомлять внешнюю систему, существует возможность при каждом его создании делать запись в таблицу Transactional Outbox (рис. 4).

```java
@Service
@Transactional
public class OrderService {
    @Autowired
    private OrderRepository orderRepository;

    @Autowired
    private OutboxRepository outboxRepository;

    public void createOrder(Order order) {
        orderRepository.save(order);

        OutboxMessage outboxMessage = new OutboxMessage();
        outboxMessage.setAggregateId(order.getId().toString());
        outboxMessage.setEventType("ORDER_CREATED");
        outboxMessage.setPayload(toJson(order));
        outboxMessage.setCreatedAt(LocalDateTime.now());
        outboxMessage.setStatus("PENDING");

        outboxRepository.save(outboxMessage);
    }

    private String toJson(Object object) {
        try {
            return new ObjectMapper().writeValueAsString(object);
        } catch (JsonProcessingException e) {
            throw new RuntimeException(e);
        }
    }
}
```

Рис. 4. Процесс сохранения в Outbox в рамках транзакции

Для обработки записей необходим специальный механизм, позволяющий в фоновом режиме просмотреть записи в таблице Outbox и отправить сообщения в соответствующие сервисы (рис. 5). В представленном варианте для межсервисного взаимодействия используется Apache Kafka.

```java
@Component
public class OutboxProcessor {
    @Autowired
    private OutboxRepository outboxRepository;

    @Autowired
    private KafkaTemplate<String, String> kafkaTemplate;

    @Scheduled(fixedDelay = 5000)
    public void processOutbox() {
        List<OutboxMessage> messages = outboxRepository.findByStatus("PENDING");

        messages.forEach(message -> {
            try {
                kafkaTemplate.send("orders-topic", message.getPayload());
                message.setStatus("PROCESSED");
                outboxRepository.save(message);
            } catch (Exception e) {
                // Логирование ошибки и повторная попытка
            }
        });
    }
}
```

Рис. 5. Использование фонового процесса для отправки сообщений

Transactional Outbox – это мощный паттерн, обеспечивающий надежную доставку сообщений во внешние сервисы. Его реализация на Java с использованием Spring Boot и Kafka позволяет добиться отказоустойчивости и согласованности данных [3].

Источники

1. Корниенко Д.В., Никулин А.В. Архитектурные паттерны проектирования микросервисов в Java // Инновационные технологии современной научной деятельности: стратегия, задачи, внедрение. Иркутск, 2024. С. 150-160.

2. Блодич А.В., Тушев А.Н. Разработка архитектуры распределенной информационной системы для обработки медицинских диагностических снимков с применением технологий машинного обучения // Программно-техническое обеспечение автоматизированных систем. Барнаул, 2022. С. 40-46.

3. Дмитриева Е.Е. Разработка микросервисной архитектуры на основе фреймворка Spring Boot для генерации тестовых данных // Цифровизация науки и образования: современные вызовы и возможности: Сборник статей X Всероссийской научно-практической конференции для преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов. Москва, 2024. С. 16-18.

УДК 621.382

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32

Саидгараева Ралина Рамилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Ralina.yung@bk.ru

Аннотация. В статье представлена электрическая принципиальная схема, спроектированная в системе автоматизированного проектирования при разработки цифрового устройства для измерения угла наклона поверхности на базе микроконтроллера STM32.

Ключевые слова: микроконтроллер, цифровое измерительное устройство, STM32, TM1637, MPU-6050.

DESIGNING A DIGITAL MEASURING DEVICE BASED ON STM32 MICROCONTROLLER

Saidgaraeva Ralina Ramilevna
KSPEU, Kazan, Russia
Ralina.yung@bk.ru

Abstract. The article presents an electrical circuit diagram designed in a computer-aided design system during the development of a digital device for measuring the angle of inclination of a surface based on the STM32 microcontroller.

Keywords: microcontroller, digital measuring device, STM32, TM1637, MPU-6050.

В процессе разработки устройства была спроектирована печатная плата на базе микроконтроллера STM32F103C8T6 (МК), содержащая четырехразрядный семисегментный индикатор на базе контроллера TM1637 и микросхема MPU-6050, измеряющая угол наклона поверхности, который выводится на светодиодном дисплее [1].

При проектировании подключения микросхемы MPU-6050 к МК используется интерфейс I^2C, для чего задействуются выводы SCL (PB6) и SDA (PB7) с подключением pull-up резисторов. Питание MPU-6050 (3,3 В) подаётся от стабилизатора STM32. С целью снижения воздействия помех следует располагать микросхему ближе к МК, а также необходимо на линии питания ставить развязывающий конденсатор [2]. Схема подключения MPU-6050 к МК изображена на рис. 1.

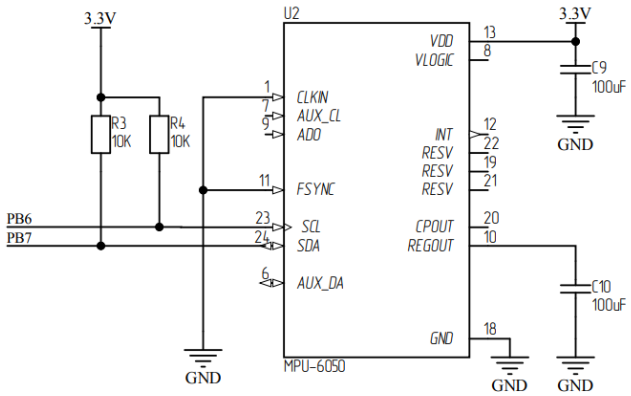


Рис. 1. Микросхема MPU-6050 в Altium Designer

При подключении четырёхразрядного семисегментного индикатора с контроллером TM1637 к МК (рис. 2.) используется двухпроводной интерфейс управления (CLK и DIO), который можно подключить к любым GPIO-выводам, например, PB12 (CLK) и PB13 (DIO). Для устойчивой работы линии также как в примере с микросхемой MPU-6050 рекомендуется использовать подтягивающие резисторы (обычно номинал составляет 4,7–10 кОм) к питанию 3,3 В. Питание TM1637 (толерантно как 3 В, так и 5 В) может подаваться от отдельного стабилизатора или напрямую от STM32, если индикатор поддерживает 3,3 В. Управление осуществляется через библиотеку, реализующую протокол TM1637, с возможностью регулировки яркости сегментов [3].

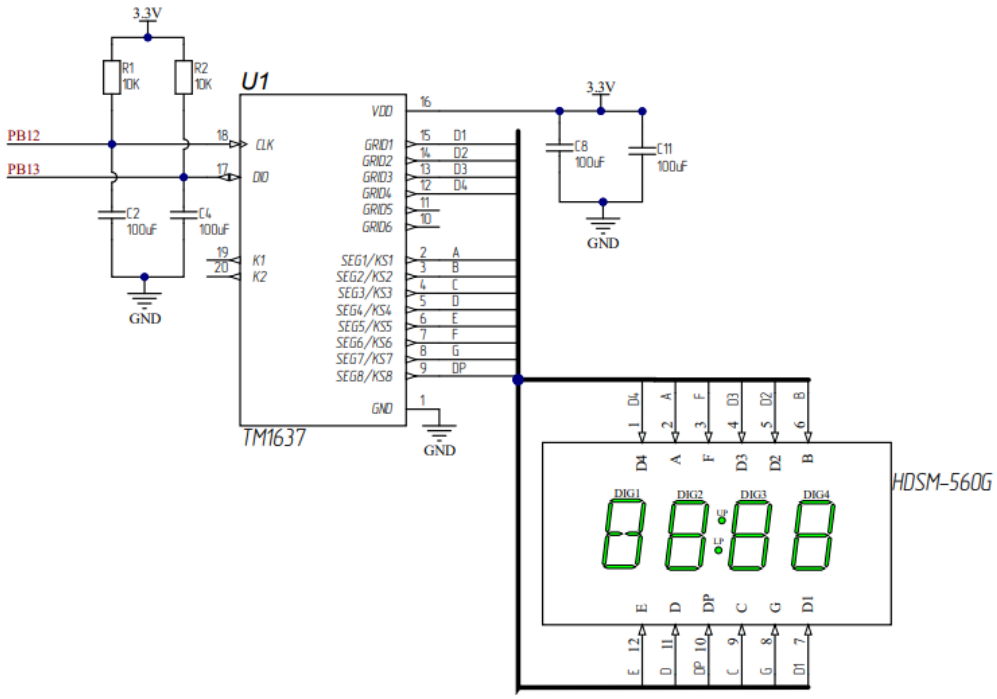


Рис. 2. Схема подключения четырехразрядного семисегментного индикатора на базе контроллера TM1637

МК (рис. 3.) обладает интерфейсами I^2C и SPI для связи с периферийными устройствами (хотя в разработанном устройстве используется

первый вариант), что позволяет минимизировать задержки при передаче данных. Архитектура ARM Cortex-M обеспечивает эффективное управление ресурсами системы при низком энергопотреблении.

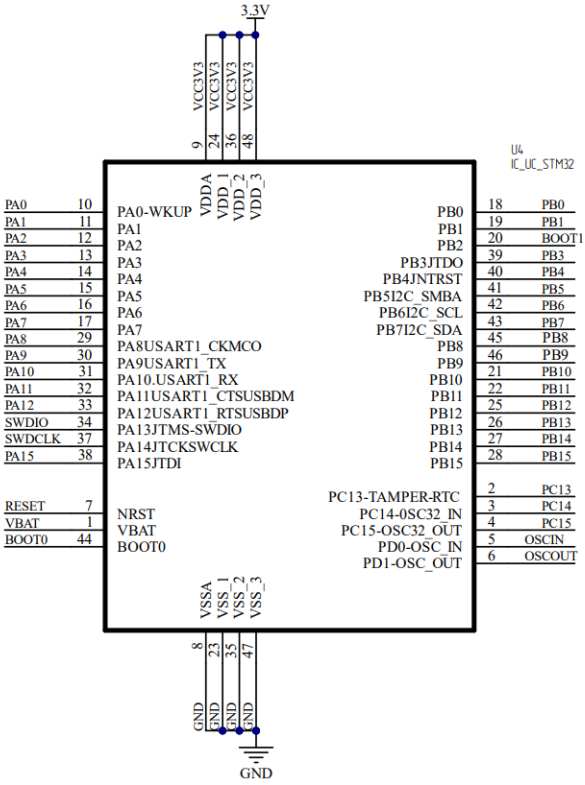


Рис. 3. Схема микроконтроллера STM32F103C8T6

Также были спроектированы следующие кмпоненты, участвовавшие в разработке устройства (рис. 4.):

– кварцевый резонатор на 8 МГц, подключённый к выводам OSC_IN и OSC_OUT МК, обеспечивающий стабильную тактовую частоту;

– индикация питания реализована на светодиоде с токоограничивающим резистором, подключённом к линии 3,3 В для визуального контроля подачи напряжения;

– конфигурационные выводы (BOOT0, BOOT1) заведены на разъём программирования с подтягивающими резисторами для корректного запуска и отладки МК;

– линейный регулятор напряжения – микросхема MC33269, обеспечивающая стабильное напряжение 3,3 В для питания МК и периферийных компонентов. Входное напряжение (до 20 В) подаётся через защитный диод и фильтруется электролитическим конденсатором (обычно 47–100 мкФ) для сглаживания пульсаций и для повышения устойчивости работы [4, 5, 6].

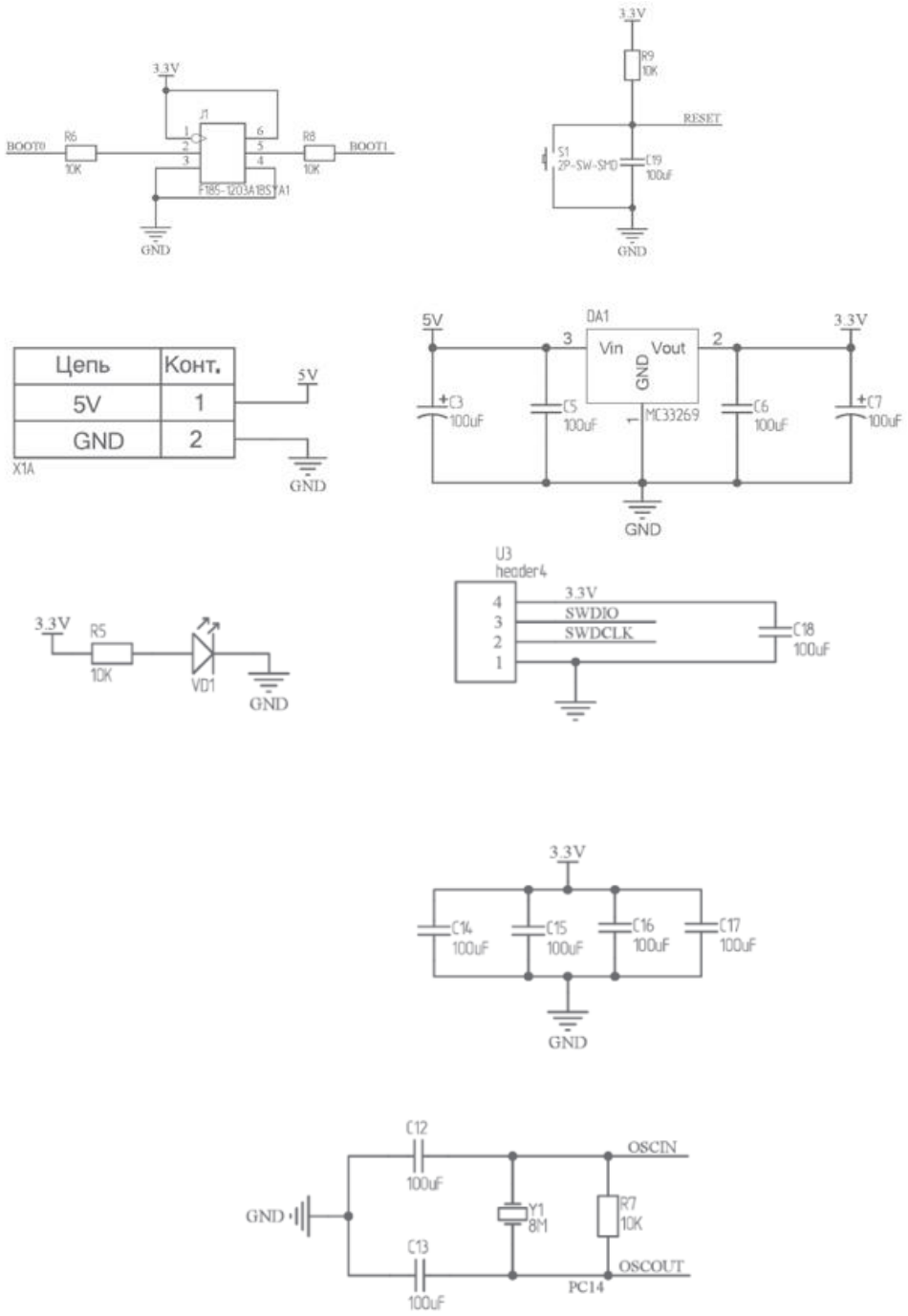


Рис. 4. Схема конфигурационных выводов, линейного регулятора напряжения, индикации питания и кварцевого резонатора

Таким образом, разработанное цифровое измерительное устройство на базе МК демонстрирует высокую точность измерения угла наклона благодаря оптимально спроектированной схеме с датчиком MPU-6050 и индикацией на TM1637. Применение качественных компонентов, включая стабилизатор MC33269 и кварцевый резонатор, обеспечивает надежную работу устройства в различных условиях эксплуатации.

Источники

1. Саидгараева Р.Р. Измерение и визуализация угла наклона с помощью модуля GY-521 // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань. 2024. С. 454-457.

2. MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4 Datasheet [Электронный ресурс]. https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000-Datasheet1.pdf (дата обращения: 28.02.2025)

3. TM1637 Datasheet [Электронный ресурс]. https://m5stack.oss-cn-shenzhen.aliyuncs.com/resource/docs/datasheet/ unit/digi_clock/TM1637.pdf (дата обращения: 25.02.2025).

4. Якупов Н.М., Арсланов А.Д., Даутов З.А. Разработка устройства беспроводной связи к комплексу диагностики и мобильной плавки гололеда для ВЛЭП // Тинчуринские чтения - 2023 «Энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. Казань, 2023. Т. 1. С. 386-389.

5. Печатные платы. Практическое пособие для студентов технических специальностей и работников сферы [Электронный ресурс]. https://lms.kgeu.ru/pluginfile.php?file=%2F381532%2Fmod_resource%2Fcontent%2F1%2FAleksandrov_A._Pechatnyie_Platyi_Praktic.a4.pdf (дата обращения: 21.01.2025)

6. Козлов А. Г., Загородных О. В. Разработка конструкций и технологий изготовления функционального узла: учебное пособие. 2018. С. 172.

УДК 004.93

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ ОБЕСПЕЧЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Салимзянова Ралина Раисовна, Бикмуллина Ильсияр Ильдаровна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
Raisov-Na@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается ряд программных решений для управления чрезвычайными ситуациями, включая WebEOC, Everbridge, D4H, Veoci, Alertus и Crisis Response. Каждая система предлагает уникальные функциональные возможности: WebEOC улучшает координацию между ведомствами, Everbridge фокусируется на управлении рисками и массовом оповещении, D4H обеспечивает модульное управление реагированием на чрезвычайные ситуации, Veoci обеспечивает готовность к чрезвычайным ситуациям на основе облачных технологий, Alertus специализируется на многоканальном оповещении о чрезвычайных ситуациях, а Crisis Response обеспечивает мониторинг данных в реальном времени и автоматическое оповещение.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, команды управления, эффективные решения, программное обеспечение, координация, кризисное реагирование.

ANALYSIS OF EXISTING SOFTWARE IN THE FIELD OF EMERGENCY SITUATIONS

Salimzyanova Ralina Raisovna, Bikmullina Ilsiyar Ildarovna
FSBEI HE «KNRTU–KAI», Kazan, Russia
Raisov-Na@yandex.ru

Abstract. This article examines several software solutions for emergency management, including WebEOC, Everbridge, D4H, Veoci, Alertus, and Crisis Response. Each system offers unique functionalities: WebEOC enhances interagency coordination, Everbridge focuses on risk management and mass notification, D4H provides modular emergency response management, Veoci ensures cloud-based emergency preparedness, Alertus specializes in multi-channel emergency alerts, and Crisis Response enables real-time data monitoring and automated notifications

Keywords: emergencies, management teams, effective solutions, software, coordination, crisis response.

Чрезвычайные ситуации требуют своевременного реагирования и скоординированных усилий многочисленных правительственных и

неправительственных организаций. Для этого необходимы централизованные инструменты для мониторинга, реагирования на чрезвычайные ситуации, координации услуг и планирования на случай возможных кризисов. Одним из важнейших компонентов в этой сфере является специализированное программное обеспечение.

Эффективность операций по реагированию на чрезвычайные ситуации, направленных на смягчение кризисов и их последствий, зависит не только от количества и качества ресурсов реагирования, но и в значительной степени от скорости и своевременности принятия решений. Быстрые и обоснованные решения приводят к сокращению времени реагирования, минимизации рисков и смягчению негативных последствий чрезвычайных ситуаций как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

В результате все чаще признается необходимость разработки методов моделирования процессов принятия решений с учетом наблюдаемых параметров и четко определенных ситуационных границ для смягчения последствий чрезвычайных ситуаций. Поэтому совершенствование систем принятия решений в чрезвычайных ситуациях имеет первостепенное значение. Усилия должны быть направлены на разработку новых моделей и алгоритмов, способных сократить время принятия решений и реагирования в условиях обширных исходных данных [1]. Эти факторы подчеркивают актуальность и значимость темы.

WebEOC – система управления, использующаяся различными организациями, в том числе и государственными органами для улучшения координации во время чрезвычайных ситуаций, обмена данными между и принятия решения как на уровне местных органов, так и на более высоком уровне [2]. Она применяется для управления в условиях природных катаклизмов, терактов, крупных спортивных и культурных мероприятий. Преимуществом системы являются её универсальность и богатый функционал, а также использования через веб-браузер.

Everbridge – это система управления рисками и массового уведомления для повышения безопасности людей и бизнеса [3]. Она позволяет проводить мониторинг в реальном времени как в гражданском секторе, так и в корпоративном секторе, и в сферах образования и здравоохранения. И обеспечивает быструю и эффективную связь и массовое оповещение, что критически важно для происшествий, связанных с нарушением безопасности людей другими людьми, таких как террористические акты. Кроме того, система даёт возможность интегрировать её с другими системами, такими как камеры видеонаблюдения и систем компьютерного зрения.

D4H – комплексная система, предназначенная прежде всего для сферы реагирования на чрезвычайные происшествия и управления аварийными

ситуациями [4]. D4H имеет множество дополнительных модулей для разных уровней управления чрезвычайными ситуациями. С их помощью система относительна универсальна, однако уступает более специализированным системам. Также система позволяет создавать планы действий на случай экстренных ситуаций.

Veoci – облачное программное обеспечение, предназначенное для подготовки к любой чрезвычайной ситуации, позволяя заранее составить план координации для управления ресурсами и персоналом на случай возникновения чрезвычайного происшествия [5]. Также оно включает в себя мониторинг текущих действий в реальном времени. Программное обеспечение обладает большой гибкостью, но при этом обладает меньшим набором функционала по сравнению с конкурентами.

Alertus – система для оповещения о чрезвычайных ситуациях [6]. Она использует различные способы оповещения людей в организации или отдельных лиц, таких как электронная почта, СМС-оповещения, телефонные звонки, телевидение и т.д. Система даёт возможность интеграции с разного рода систем безопасности, такие как системы контроля доступа, системой метеорологического мониторинга и камеры видеонаблюдения. Кроме того, система кросс-платформена и может использоваться на компьютерах, мобильных телефонах и многих других электронных устройствах. Немаловажной функцией данной системы является и функция обучения пользователей действиям в чрезвычайных ситуациях. Alertus является мощной системой для управления чрезвычайными ситуациями, которая позволяет быстро и эффективно информировать людей о возможных угрозах и обеспечивать их безопасность. Однако система имеет недостаток в ограниченных функциях анализа данных.

Crisis Response – система, предназначенная для обеспечения оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации, минимизации ущерба от них и защиты жизней людей. Для этих целей Crisis Response использует для мониторинга в реальном времени сбор данных от различных источников, таких как службы оповещения, метеорологические службы и социальные сети. А также обеспечивает централизованную платформу коммуникации для автоматической отправки оповещений и коммуникации с экстренными службами для координации действий между ними, и управлять ресурсами, необходимыми для экстренного реагирования. Кроме того, Crisis Response позволяет моделировать различные сценарии чрезвычайных ситуаций и оценить их потенциальное воздействие, а также разрабатывать планы эвакуации пострадавших и доставки гуманитарной помощи. Эти сценарии и планы могут использовать как для происходящих экстренных ситуаций, так и для подготовки и тренировки экстренных служб.

Таким образом, существующие решения в области программного обеспечения для управления чрезвычайным ситуациями очень разнообразны. Среди них существуют универсальные системы, таких как D4H, но также, как и в других сферах жизни общества, универсальные решения уступают специализированным решениям. Существуют системы, специализированные на оповещениях людей, такие как Alertus. Существуют системы, на управлении ресурсами и персоналом во время чрезвычайных ситуаций, таких как Veoci. Краткий сравнительный анализ рассмотренных программных обеспечений представлен в табл. 1. Стоит отметить, что для каждого из рассмотренных систем возможна интеграция с системой компьютерного зрения, которая является одной из перспективных направлений искусственного интеллекта для анализа и обнаружения чрезвычайных ситуаций.

Таблица 1. Сравнительный анализ программных обеспечений

Наименование	Основные функции	Целевая аудитория	Плюсы	Минусы
WebEOC	Управление инцидентами, совместная работа	Правительственные организации	Универсальность, богатый функционал	Сложность в настройке, необходимость в обучении персонала
Everbridge	Уведомления об опасностях, управление инцидентами	Государственные учреждения, корпорации	Быстрая доставка сообщений, интеграция с другими системами	Высокая стоимость, высокие требования к обучению персонала
D4H	Планирование, управление инцидентами	Все уровни управления ЧС	Интуитивно понятный интерфейс	Потребность в дополнительных модулях
Veoci	Мониторинг и анализ данных, координация действий	Городские и местные органы власти	Пользовательский интерфейс, доступность с мобильных платформ	Меньший набор функций по сравнению с конкурентами
Alertus	Уведомления во время ЧС, оповещение населения	Корпорации, учебные заведения	Мгновенные уведомления, простота интеграции	Ограниченные функции анализа данных
Crisis Response	Планирование, моделирование сценариев	Службы экстренной помощи	Инструменты для симуляции, простота использования	Ограниченная гибкость

Сфера программного обеспечения для управления чрезвычайными ситуациями очень разнообразна, в ней применяются решения, предназначенные для различных аспектов реагирования на кризисные ситуации. Универсальные системы, такие как D4H, обеспечивают гибкость, но могут быть не столь эффективны, как специализированные решения. Такие системы, как Alertus, специализируются на массовом оповещении, а Veoci – на управлении ресурсами и персоналом во время чрезвычайных ситуаций.

Таким образом, сравнительный анализ рассмотренных программных решений выявляет их сильные и слабые стороны. Более того, интеграция этих систем с технологией компьютерного зрения представляет собой перспективное направление для улучшения обнаружения и реагирования на чрезвычайные ситуации. Поскольку искусственный интеллект продолжает развиваться, использование таких технологий может значительно повысить эффективность и результативность систем управления чрезвычайными ситуациями. Эта информация напрямую влияет на результаты принятия решений и обеспечивает комплексное и детальное реагирование на чрезвычайные ситуации.

Источники

1. Цховребов Э.С. Направления развития программного обеспечения в области прогнозирования техносферной опасности // Матрица научного познания. 2023. № 3-1. С. 109-112.
2. WebEOC 2025 Pricing, Features, Reviews & Alternatives | GetApp [Электронный ресурс]. https://www.getapp.com/operations-management-software/a/webeoc/ (дата обращения: 01.03.2025).
3. Everbridge – Wikipedia [Электронный ресурс]. https://en.wikipedia.org/wiki/Everbridge (дата обращения: 01.03.2025).
4. Uncomplicated Incident Management Software | D4H [Электронный ресурс]. https://www.d4h.com/products/incident-management-software (дата обращения: 02.03.2025).
5. Veoci - Virtual Emergency Operations Center Software [Электронный ресурс]. https://veoci.com (дата обращения: 02.03.2025).
6. Alertus Desktop Notification - Alertus Technologies [Электронный ресурс]. https://www.alertus.com/desktop (дата обращения: 03.03.2025).
7. Нуриев М.Г., Гизатуллин Р.М., Дроздиков В.А., Павлова Э.И. Анализ помехоустойчивости вычислительной техники при воздействии разряда молнии на молниезащиту здания на основе физического моделирования // Журнал радиоэлектроники. 2019. № 6. С. 14.

УДК 004.93

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Салимзянова Ралина Раисовна, Бикмуллина Ильсияр Ильдаровна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
Raisov-Na@yandex.ru

Аннотация. В этой статье рассматриваются различные подходы к управлению чрезвычайными ситуациями, включая прогнозирование, мониторинг в режиме реального времени, распределение ресурсов, коммуникационные стратегии, традиционные методы реагирования на чрезвычайные ситуации и системы управления инцидентами (CIMS). Каждый метод обладает уникальными преимуществами и ограничениями, что делает их совместное применение необходимым для эффективного реагирования. Сравнительный анализ этих методов позволяет проиллюстрировать их применимость к различным типам чрезвычайных ситуаций. Полученные результаты подчеркивают, что комплексные подходы, такие как сочетание прогнозирования с мониторингом в режиме реального времени и коммуникационными технологиями, имеют решающее значение для минимизации ущерба и обеспечения быстрого реагирования на чрезвычайные ситуации.

Ключевые слова: управление чрезвычайными ситуациями, реагирование на стихийные бедствия, прогнозирование, мониторинг в реальном времени, распределение ресурсов, коммуникационные технологии, системы управления инцидентами, кризисная логистика, компьютерное зрение, координация действий в чрезвычайных ситуациях.

COMPARATIVE ANALYSIS OF EXISTING EMERGENCY MANAGEMENT METHODS

Salimzyanova Ralina Raisovna, Bikmullina Ilsiyar Ildarovna
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
Raisov-Na@yandex.ru

Abstract. This article examines various approaches to emergency management, including forecasting, real-time monitoring, resource allocation, communication strategies, traditional emergency response methods, and incident management systems (CIMS). Each method has unique advantages and limitations, making their combined application essential for effective response. A comparative analysis of these methods illustrates their applicability to different types of emergencies. The findings emphasize that integrated approaches-such as combining forecasting with real-time monitoring and communication technologies-are crucial for minimizing damage and ensuring a rapid emergency response.

Keywords: emergency management, disaster response, forecasting, real-time monitoring, resource allocation, communication technologies, incident management systems, crisis logistics, computer vision, emergency coordination.

С развитием технологий различные аспекты жизни и потребности общества продолжают развиваться, повышая общий уровень жизни во всем мире. Однако некоторые регионы, такие как Япония, Турция и Перу, сталкиваются с постоянной угрозой стихийных бедствий, включая землетрясения, тайфуны и оползни, которые остаются неизбежными с учетом современных технологических возможностей. Кроме того, чрезвычайные ситуации, вызванные деятельностью человека, такие как террористические атаки и промышленные аварии, также требуют применения эффективных методов управления чрезвычайными ситуациями для повышения общественной безопасности. Рассмотрим некоторые из них.

Прогнозирование. Одним из лучших методов является прогнозирование. Оно позволяет преждевременно узнать, где и как могут возникнуть чрезвычайные ситуации. И для этого может использоваться моделирование какого-либо стихийного бедствия на основе имеющихся данных об уже произошедших стихийных бедствиях и данных от специалистов в сфере гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций. Анализ закономерностей и аномалий, предшествующих стихийным бедствиям, позволяет построить модель, при которой возможно прогнозирование дальнейших чрезвычайных происшествий. К примеру, система прогнозирования может спрогнозировать наводнения, используя данные об уровне рек, рельефе местности и осадках. То же самое касается и прогнозирование техногенных катастроф. С помощью систем компьютерного зрения возможен периодический визуальный мониторинг состояния какого-либо технического объекта, например, трубопровода, и анализ его состояния по полученным визуальным данным [1]. Но существующие методы прогнозирования не идеальны и не всегда возможно предотвратить то или иное природное или техногенное происшествие. И не всегда возможно точное прогнозирование, например, землетрясений или обвалов. Возможно спрогнозировать повышенный риск обвалов или риск возникновения землетрясения, но не их точное время.

Мониторинг в режиме реального времени. Постоянный мониторинг помогает распознать начало чрезвычайной ситуации и своевременно оповестить население о надвигающемся стихийном бедствии или техногенной аварии [2]. Преимуществом мониторинга перед прогнозированием является обнаружение с высокой точностью начавшегося происшествия. При этом оба вышеописанных способа могут быть совмещены. Например, при уже описанном визуальном мониторинге технического объекта в систему компьютерного зрения, наблюдающего за объектом, может быть встроена система оповещения, дающая сигнал о критическом состоянии объекта. Кроме того, мониторинг в режиме реального времени может обеспечивать представление об ущербе и его масштабах, нанесённых чрезвычайной

ситуацией. Это может быть необходимо для определения приоритетов спасательных операций спасательной службой.

Распределение ресурсов и логистика. Однако, кроме мониторинга непосредственно чрезвычайной ситуации в реальном времени, целесообразно также проводить мониторинг логистики и рационального распределения ресурсов. К примеру, в случае землетрясения необходимо не только спрогнозировать его и вовремя оповестить население о том, что оно началось, так как не всё население может своевременно эвакуироваться, но и провести мониторинг транспортных путей и проходимости транспорта, распределить медицинские и спасательные ресурсы, персонал для помощи и спасения пострадавших, обеспечить своевременную доставку предметов первой помощи.

Коммуникации. В настоящее время коммуникационные технологии и социальные сети активно развиваются и могут служить эффективным методом для увеличения осведомленности об экстренной ситуации. Простейшим из реализаций метода является оповещения населения через СМС-сообщения и другим каналам связи, более продвинутым – ответы на вопросы, направление пострадавших в безопасные места и к местам спасательных операций.

Традиционные методы. Включают в себя стандартные операции и правила эвакуации, организационные и законодательные нормы. Хоть в чистом виде, без использования других методов, этот метод не так эффективен, но в связке с другими методами, он намного увеличивает шансы на спасение наибольшего количество людей и значительно облегчает работу служб, проводящих спасательные операции.

Системы управления инцидентами (CIMS). Программное обеспечение, которое используется для управления действиями спасательных служб (такими как медицинская, спасательная, пожарная и спасательная службы) во время чрезвычайных ситуаций, а также их эффективной координации. Это позволяет разным службам эффективно взаимодействовать друг с другом. Кроме того, системы могут учитывать и действия волонтеров.

Различные методы управления чрезвычайными ситуациями обладают уникальными достоинствами и недостатками, поэтому их важно использовать в сочетании, а не по отдельности [3]. Для каждого вида чрезвычайной ситуации необходимы конкретные реализации определённых методов в разных комбинациях. Сравнительный анализ методов показан в табл. 1.

К примеру, в случае тайфуна используется анализ текущей метеорологической ситуации, данных о поверхности океана и прогнозирование по определённой модели, актуальной для конкретного региона. Так как прогноз на данный момент, при существующих методах прогнозирования не может быть на 100% точным, используется также мониторинг снимков из космоса в реальном времени [4]. Это позволяет своевременно оповестить население о

предстоящем или надвигающемся тайфуне через различные виды каналов связи.

С обвалами горных пород ситуация обстоит иначе. Обвалы возможно предотвратить или снизить их риск, но трудно спрогнозировать через моделирование и другие методы прогнозирования. Однако возможно выявить риск обвалов через периодический мониторинг состояния горных пород и оценки их зон слабости, трещин и других геологических дефектов. И в этом могут помочь системы компьютерного зрения для распознавания трещин в горной породе [5].

Таблица 1. Сравнительный анализ методов

Метод	Эффективность	Время реакции	Координация	Ресурсозатратность
Прогнозирование	Среднее	Проактивное	Зависит от модели	Средняя
Мониторинг в реальном времени	Высокая	Быстрое	Автоматизированная	Высокая
Распределение ресурсов и логистика	Высокая	Быстрое	Структурированная	От средних до высоких
Коммуникации	Среднее	Быстрое	Децентрализованная	Низкая
Традиционные методы	Среднее	Медленное	Стандартная	Низкая
Системы управления инцидентами	Высокая	Быстрое	Структурированная	От средних до высоких

Эффективные стратегии распределения ресурсов и коммуникации обеспечивают своевременную эвакуацию и реагирование, а системы управления инцидентами способствуют координации действий экстренных служб. Сравнительный анализ этих методов показывает, что наиболее эффективные стратегии реагирования на чрезвычайные ситуации предполагают интеграцию нескольких подходов, учитывающих специфику кризиса.

В конечном счете, использование комбинации технологий прогнозирования, мониторинга, логистики и связи повышает готовность к стихийным бедствиям и реагирование на них, сводя к минимуму число жертв и экономический ущерб. Будущие достижения в области искусственного интеллекта и прогностического моделирования будут способствовать дальнейшему повышению эффективности систем управления чрезвычайными ситуациями.

Источники

1. Управленческие решения в чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/upravlencheskie-resheniya-v-chrezvychaynyh-situatsiyah/viewer (дата обращения: 04.03.2025).

2. Горбунов С.В., Макиев Ю.Д., Малышев В.П. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // Технологии гражданской безопасности. 2012. Т. 9. № 1 (31). С. 70-79.

3. Фомин А.В. Особенности работы системы управления инцидентами и взаимодействия с НКЦКИ // Вестник науки. 2023. Т. 2, № 5(62). С. 433-436.

4. Павлов А.С., Заволокина У.В., Бычихин И.П., Бурьянов А.И. Анализ методов обработки спутниковых снимков для детектирования зон чрезвычайных ситуаций // StudNet. 2020. Т. 3. № 9. С. 306-313.

5. Влад И.В. Мониторинг окружающей среды - определяющий показатель рисков природных чрезвычайных ситуаций // Стимулирование научно-технического потенциала общества в стратегическом периоде: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Волгоград, 2024. С. 108-111.

УДК 621.311, 004.942

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Салов Игорь Васильевич
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
SalovIV@mpei.ru

Аннотация. В статье рассматривается система предиктивной диагностики объектов теплоэнергетики с использованием технологий цифровых двойников и машинного обучения. Предложена схема реализации подобной системы. Описана архитектура системы, включающая минимально необходимые подсистемы.

Ключевые слова: цифровой двойник, математическая модель, предиктивная диагностика, теплоэнергетика, машинное обучение.

STRUCTURE OF A PREDICTIVE DIAGNOSTICS SYSTEM BASED ON DIGITAL TWINS OF HEAT POWER FACILITIES

Salov Igor Vasilievich
MPEI, Moscow, Russia
SalovIV@mpei.ru

Abstract. The article discusses a system for predictive diagnostics of thermal power engineering facilities using digital twin technologies and machine learning. A scheme for implementing such a system is proposed. The system architecture is described, including the minimum required subsystems.

Keywords: digital twin, mathematical model, predictive diagnostics, thermal power engineering, machine learning.

В настоящее время цифровые двойники (ЦД) являются широко обсуждаемой в области энергетики технологий со множеством применений [1]. Одним из наиболее перспективных из них является использование моделей ЦД для решения задач предиктивной диагностики. Множество статей по данной тематике рассматривают в качестве объектов электроэнергетическое оборудование, такое как трансформаторы [2] или электросети [3]. Встречаются материалы, посвящённые объектам генерирующей тепловой энергетики [4, 5, 6]. В данной работе рассматривается структура системы, позволяющей

отслеживать и прогнозировать техническое состояние единиц оборудования (ЕО) объектов тепловой энергетики.

На рисунке 1 представлена структурная схема реализации основных функций системы предиктивной диагностики (СПД). В основе работы СПД лежат модель ЦД и алгоритмы машинного обучения (ML), отвечающие за оценку и прогнозирование технического состояния.

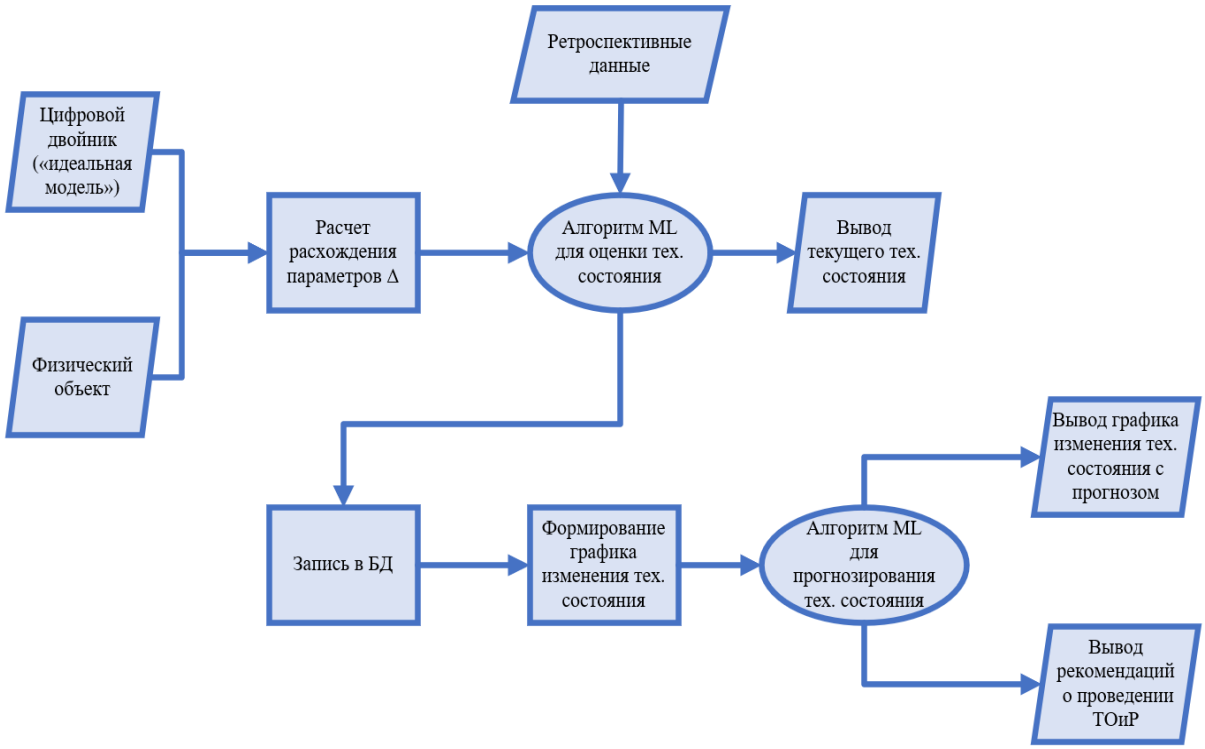


Рис 1. Структурная схема реализации основных функций

ЦД в процессе разработки и эксплуатации СПД может быть использован несколькими способами [7]. В данном случае предлагается использовать математическую модель объекта в качестве «идеальной модели», т.е. виртуальной копии, отражающей работу оборудовании при отсутствии каких-либо дефектов. Определение текущего технического состояния происходит на основе расхождения измеряемых динамических параметров физического оборудования и аналогичных параметров, рассчитанных с помощью ЦД. Для получения численного значения оценки техсостояния предлагается применять степень развития характерных для ЕО дефектов в диапазоне от 0 до 1, где 0 – отсутствие признаков развития дефекта, а 1 – степень развития дефекта, советующая моменту наступления отказа. Оценку данных величин для каждого дефекта целесообразно производить с помощью алгоритмов ML [8], обученных на ретроспективных данных, включающих архив записей измеряемых технологических параметров, результаты плановых ремонтов и осмотров оборудования и отчеты о возникших дефектах и отказах. Такой подход требует большой объем эксплуатационных данных, поэтому наиболее востребован при

существовании множества однотипных ЕО, уже находившихся некоторое время в эксплуатации.

Оценку технического состояния необходимо производить регулярно через заданные промежутки времени. Таким образом, будет накоплена база данных, позволяющая использовать алгоритмы ML для прогнозирования временных рядов для получения ориентировочного времени наступления отказа [9]. Полученная дата может служить отправной точкой для предоставления рекомендаций по назначению мероприятий технического воздействия, например осмотра, ремонта или замены оборудования.

Реализация подобного функционала в конечном программном продукте потребует архитектуры, включающей как минимум четыре подсистемы: подсистему подготовки данных, подсистему создания цифрового двойника, подсистему оценки и прогнозирования технического состояния и подсистему поддержки принятия решений.

Подсистема подготовки данных предназначена для загрузки и подготовки необходимых данных в систему. Каждая запись, загружаемая в базу данных, должна быть привязана к конкретной ЕО, для которой создается цифровой двойник. Загрузку данных целесообразно организовать посредством API, реализующим взаимодействие с базой данных системы SCADA. После загрузки должно быть обеспечено приведение значений выборок к единому времени, а также устранение аномалий в данных (пропусков, выбросов).

В состав подсистемы создания цифрового двойника должны входить функции, обеспечивающие построение модели ЕО, создание схемы взаимосвязей между ЕО и проведение динамического расчета параметров ЦД. Модель каждой ЕО представляет из себя набор уравнений, описывающих происходящие внутри оборудования процессы, а также набор характерных для данной ЕО констант. Между моделями различных ЕО, эксплуатируемых на объекте, реализуется взаимодействие в виде передачи значений параметров от одной их моделей, для которой данные значения являются выходными, к другим моделям, использующим те же значения в качестве входных данных.

Подсистема оценки и прогнозирования технического состояния включает в себя описанные ранее алгоритмы ML и используется для получения значений текущей степени развития дефекта, хранения полученных значений с привязкой ко времени и осуществления прогноза развития дефектов.

Наконец, подсистема поддержки принятия решения предназначена для формирования отчетов о техническом состоянии и вывода предупреждения о необходимости проведения мероприятий технического воздействия через определенный промежуток времени. Определение интервала времени для технического воздействия производится на основе спрогнозированного времени наступления отказа. Для каждого дефекта прописывается

оптимальный интервал времени до наступления отказа, в течении которого необходимо нанести техническое воздействие.

Разработанная таким образом система позволит проводить мероприятия технического обслуживания в оптимальный момент времени, тем самым обеспечивая снижения затрат на ремонт да 10-15%.

Источники

1. Втулкина А.И., Нуждина А.А., Ефимова Т.Б. Цифровые двойники в энергетике // Наука и образование транспорту. 2024. № 2. С. 7-9.
2. Хальясмаа А.И., Ревенков И.С., Сидорова А.В. Применение технологии цифрового двойника для анализа и прогнозирования состояния трансформаторного оборудования // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2022. Т. 14. №. 3 (55). С. 99-113.
3. Фомин К.Д. Цифровой двойник в электрических сетях // XVI Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике». 2022. С. 233-235.
4. Шаров Ю.В. [и др.] Цифровизация контроля текущего состояния и предиктивной диагностики турбогенераторов на электростанциях // Энергия единой сети. 2019. №. 6 (49). С. 18.
5. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. «Цифровые двойники» АЭС и ТЭС как элементы цифровых агломераций в энергетической суперсистеме // Современные проблемы электроэнергетики и пути их решения. 2019. С. 155-159.
6. Щербатов И.А., Долгушев А.Н., Агибалов В.А., Белов М.В. Применение цифровых двойников с целью повышения надёжности работы оборудования в энергетике // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2021. № 7. С. 41-45.
7. Salov I., Shcherbatov I., Boronin D.A Condensation Unit Pipes Contamination Modeling for a Predictive Diagnostics System // Cyber-Physical Systems: Industry 4.0 to Industry 5.0 Transition. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. PP. 127-138.
8. Salov I.V., Shcherbatov I.A. Heat Exchange Equipment Technical Condition Assessment Using Machine Learning on the Example of Condenser Tubes Contamination // 2024 6th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). IEEE, 2024. PP. 378-382.
9. Щербатов И.А., Салов И.В. Прогнозирование технического состояния оборудования методами машинного обучения на примере подшипника паровой турбины // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2024. Т. 16. № 4(64). С. 25-37.

УДК 628.95

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ РАБОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Сафин Риназ Раисович, Иванова Вилия Равильевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Rinaz.Safin@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена обсуждению проблемы пускового тока в источниках питания для полупроводниковых приборов освещения. Рассматриваются физические процессы, вызывающие скачки тока при включении устройства, и их негативное влияние на систему. Предлагается использование схемы плавного в сочетании с цифровыми экосистемами для мониторинга и адаптивного управления, что позволяет эффективно ограничить пусковой ток и повысить долговечность устройства.

Ключевые слова: пусковой ток, источники питания, полупроводниковые приборы, светодиоды, схема плавного пуска, цифровая экосистема, ограничение пускового тока, цифровое управление, прогнозирование, стабилизация напряжения.

CONTROL SYSTEM FOR STABILIZING THE OPERATION OF SEMICONDUCTOR LIGHT SOURCES

Safin Rinaz Raisovich, Ivanova Viliya Ravilevna
KSPEU, Kazan, Russia
Rinaz.Safin@yandex.ru

Annotation. This paper addresses inrush current issues in power supplies for LEDs. The physical processes causing current spikes during startup and their negative impact on the system are discussed. The paper proposes using a soft start circuit combined with digital ecosystems for monitoring and adaptive control, effectively limiting inrush current and enhancing device longevity.

Keywords: inrush current, power supplies, semiconductor devices, LEDs, soft start circuit, digital ecosystem, inrush current limitation, digital control, forecasting, voltage stabilization.

Пусковой ток в источниках питания полупроводниковых приборов освещения, возникает в процессе включения устройства и представляет собой кратковременный, но резкий скачок тока. Это явление происходит из-за того, что в цепях питания таких устройств присутствуют емкостные элементы, которые при подключении начинают осуществлять накопление заряда [2]. Сначала ток проходит через конденсатор с высокой амплитудой, что приводит к кратковременной перегрузке в источнике питания. Этот процесс имеет

несколько негативных последствий, включая перегрев и повреждение компонентов.

Процесс, лежащий в основе нарушения нормального функционирования системы, заключается в том, что в момент подключения конденсатор начинает стремительно заряжаться, что сопровождается значительными токовыми всплесками. Если в системе присутствуют элементы с низким сопротивлением, это приведет к скачкам напряжения, создающим кратковременные перегрузки. Пусковой ток, в свою очередь, оказывает сильное влияние на компоненты системы, такие как трансформаторы, диоды, а также на общее состояние сети, что может вызвать механические повреждения или уменьшение срока службы отдельных элементов [3]. Эти токовые всплески являются особенно опасными для полупроводниковых устройств в связи с тем, что они работают при малых токах [1].

Одним из методов ограничения пускового тока, является использование схемы «плавного» пуска, интегрированной с блока управления (см. рис. 1) для мониторинга и управления процессами. В отличие от простого использования резисторов для ограничения пускового тока, схема «плавного» пуска позволяет контролировать процесс включения устройства более эффективно, предотвращая образование пиковых токов в момент включения. Суть схемы плавного пуска заключается в том, что она сначала включает нагрузку с помощью контролируемого переходного процесса, позволяя постепенно увеличивать ток и избегать резких скачков. При этом можно использовать цифровое управление для точного контроля за параметрами включения, таким как скорость нарастания тока и времени зарядки конденсатора.

Структурная схема (см. рис. 1) внедрения решения заключается в интеграции цифровой системы, которая будет собирать и обрабатывать данные о токах и напряжении в реальном времени. Взаимодействие между сенсорами, которые следят за состоянием устройства, и алгоритмами управления позволит определить момент, когда устройство готово к включению, и начать постепенное увеличение тока. Таким образом, вместо резкого скачка тока при запуске, система будет плавно увеличивать нагрузку, обеспечивая плавный старт и минимизируя пиковые токи. В этом процессе важную роль играет использование алгоритмов цифрового управления с помощью контроллеров, которые могут гибко адаптировать параметры работы в зависимости от текущих условий. Такие цифровые экосистемы способны не только минимизировать пусковой ток, но и прогнозировать поведение системы в различных условиях эксплуатации, что значительно увеличивает надежность и продолжительность эксплуатации устройства.

Цифровая экосистема в данном контексте выступает как связующее звено между аппаратной частью и программным обеспечением, обеспечивая

эффективное взаимодействие и управление. Включение таких систем в процесс ограничения пускового тока позволяет получать реальную картину работы системы в режиме реального времени и адаптировать параметры работы оборудования, предотвращая возникновение токовых всплесков, которые могут повлиять на его долговечность. Таким образом, использование цифровых технологий для управления процессом включения в сочетании с методами плавного пуска является эффективным и экономически целесообразным решением проблемы пускового тока в полупроводниковых приборах освещения.

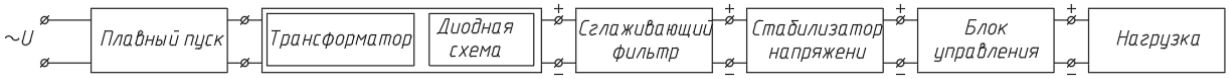


Рис. 1. Структурная схема предлагаемого решения источника питания полупроводниковых приборов освещения

Описание предлагаемой схемы:

1. Плавный пуск: в блоке плавного пуска используются резисторы, которые ограничивают начальный ток при включении устройства, создавая контролируемое сопротивление. Это позволяет постепенно заряжать конденсаторы, предотвращая резкие скачки тока и перегрузки, а также защищая компоненты от повреждений.

2. Трансформатор изменяет уровень входного напряжения, подаваемого на диоды, в зависимости от потребностей устройства, понижая или повышая его. Важно отметить, что трансформатор в некоторых схемах (например, в мостовом выпрямителе или однофазном двухполупериодном выпрямителе) является неотъемлемой частью, необходимой для обеспечения необходимого выпрямления и подачи тока.

3. Диодная схема выполняет задачу преобразования переменного тока в постоянный, устраняя изменения направления тока. В большинстве схем, таких как мостовой и однофазный двухполупериодный выпрямитель, используются диоды для обеспечения однонаправленного потока тока, который необходим для питания светодиодов. Однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом работает путем выпрямления обеих полуволн переменного тока, при этом каждая полуволна пропускается через отдельный диод. Мостовой выпрямитель использует четыре диода, что позволяет использовать оба полупериода синусоидальной волны для выпрямления.

4. Сглаживающий фильтр: после выпрямления выходной сигнал все еще содержит пульсации. Для их устранения используется сглаживающий фильтр, чаще всего на основе конденсаторов и дросселей. Эти компоненты помогают

уменьшить амплитуду пульсаций, превращая переменное напряжение в стабильное постоянное.

5. Стабилизатор напряжения регулирует выходное напряжение, поддерживая его на постоянном уровне, независимо от колебаний входного напряжения или изменений нагрузки.

6. Цифровая экосистема отслеживает и анализирует параметры системы в реальном времени, собирая данные о токах, напряжениях и состоянии устройства. Эти данные передаются в центральный контроллер, который адаптирует параметры работы системы, что позволяет прогнозировать возможные перегрузки и регулировать процесс включения устройства для минимизации пускового тока.

В заключение, проблема пускового тока в источниках питания полупроводниковых приборов освещения является актуальной и требует применения комплексных методов для ее решения. Применение схемы плавного пуска, интегрированной с цифровыми экосистемами для мониторинга и контроля, позволяет значительно снизить риски, связанные с перегрузками и повреждениями компонентов. Цифровая система управления не только контролирует процесс включения, но и адаптирует параметры работы устройства в зависимости от текущих условий, что способствует стабильности работы и увеличению срока службы системы.

Источники

1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника // Москва: Высшая школа, 1982. С. 489.

2. IOTA Engineering Qualifying Emergency Lighting // TECH BRIEF Emergency Lighting and Inrush Protection. 2018

3. Сафин Р.Р., Иванова В.Р. О выборе драйверов для светодиодного светильника // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: Материалы IX Национальной научно-практической конференции, Казань, 2024.

УДК 004.9

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Сафина Римма Марселевна, Ляшева Майя Михайловна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
rimma77705@mail.ru

Аннотация. Актуальной задачей современности является контроль и поддержание в оптимальном значении веса человека. Избыточный вес связан с заболеваниями и последствиями, связанными со здоровьем. Цель данной работы, разработка и исследование информационной системы контроля и прогнозирования состояния тела человека, основанной на простых аппаратно-программных интеллектуальных устройствах индивидуального пользования. Приведен пример контроля и прогнозирования веса тестового человека.

Ключевые слова: информационная система, избыточный вес, контроль, прогнозирование, интеллектуальные устройства.

INFORMATION SYSTEM FOR CONTROL AND FORECASTING HUMAN BODY PARAMETERS

Safina Rimma Marselevna, Lyasheva Maya Mikhailovna
KNRTU-KAI, Kazan, Russian
rimma77705@mail.ru

Abstract. The current task of our time is to control and maintain the optimal value of human weight. Excess weight is associated with diseases and health-related consequences. The purpose of this work is to develop and study an information system for monitoring and predicting the state of the human body, based on simple hardware and software intelligent devices for individual use. An example of monitoring and predicting the weight of a test person is given.

Keywords: information system, excess weight, control, forecasting, intelligent devices.

Контроль и прогнозирование взаимодействия физической активности человека, питательных веществ и генетической предрасположенности является задачей, направленной на поиск различных решений проблем, связанных с избыточным весом [1, 2]. Уровни индекса массы тела выше 25 связаны с заболеваниями и последствиями, связанными со здоровьем. В первую очередь это ишемическая болезнь сердца, диабет второго типа, рак, гипертония, инсульт и др. Например, на болезни, связанные с ожирением, в настоящее время приходится до 9 % общих национальных расходов на здравоохранение в США.

С помощью информационных систем, основанных на аппаратно-программных модулях, можно контролировать параметры тела человека. С помощью математических моделей можно прогнозировать индивидуальное изменение веса, понять, как люди теряют и набирают вес. Это может использоваться для стимулирования соблюдения человеком определенных диет и физической активности, а также позволяет повысить понимание механизмов изменения веса и состояние тела человека.

Цель данной работы – разработка и исследование информационной системы контроля и прогнозирования состояния тела человека, основанной на простых аппаратно-программных интеллектуальных устройствах индивидуального пользования.

Предлагаемая информационная система включает в себя следующие аппаратные и программные модули:

1. Интеллектуальные весы Xiaomi Mi Body Composition Scale 2 и программное приложение Mi Fit составляют основу аппаратно-программного комплекса для контроля и прогнозирования параметров физического состояния тела человека [3]. Для измерений веса используется G-образный датчик из сплава марганца, который определяет вес с точностью до 50 грамм. Встроенный в весы BIA-чип служит для измерения 13 параметров организма: массы и индекса массы тела, жировой и мышечной массы, содержания жидкости, белков и жиров, возраста тела и др. Для расчетов используется метод биоимпедансометрии. Программное приложение Mi Fit проводит все вычисления и сохраняет все параметры. Всего в памяти может храниться информация о 800 измерениях. Кроме этого, Mi Fit отслеживает вашу активность, анализирует качество сна и оценивает прогресс ваших тренировок.

2. Фитнес браслет Huawei Band 8 и программное приложение Huawei Health являются основой аппаратно-программного комплекса для измерений физической активности человека и расчета потребления энергии [4]. Huawei Band 8 отслеживает и отображает частоту сердечных сокращений (инфракрасная технология), время тренировки, расстояние, частота шагов, скорость, калории и уровень сатурации кислорода в крови. Приложение позволяет вести подробный отчёт о привычках сна, истории веса, ежедневных сжигаемых калориях или частоте сердечных сокращений.

3. Программу для прогнозирования веса и состояния тела человека на основе методов экстраполяции [5]. Для прогнозирования параметров тела, в прототипе системы можно использовать программу Microsoft Excel.

Аппаратная часть системы прогнозирования выполнена в автономном варианте, является энергонезависимой и поэтому не подвержена влиянию помех по сети питания [6, 7]. Но человек-пользователь при этом может

выступать источником электростатического разряда [8], поэтому конструкция устройств выполнена не ниже третьего уровня защиты по МЭК 61000-4-2.

При формировании прогнозов с помощью экстраполяции [5] обычно исходят из статистически складывающихся тенденций изменения тех или иных количественных характеристик объекта. Наиболее простым из методов прогнозирования является экстраполяция тренда процесса за истекший период [9]. О точности прогнозирования косвенно можно судить по коэффициенту достоверности аппроксимации (R^2).

Рассмотрим реальный пример контроля параметров физического состояния тела тестового человека в течение семи недель (рис. 1). В течение 65 дней тестовый человек выполняет физическую нагрузку выше среднего, преимущественно по утрам и днем. В течение дня делает от 15 до 17 тысяч шагов. В экспериментальный период человек придерживается умеренной диеты с преобладанием белковой пищи.

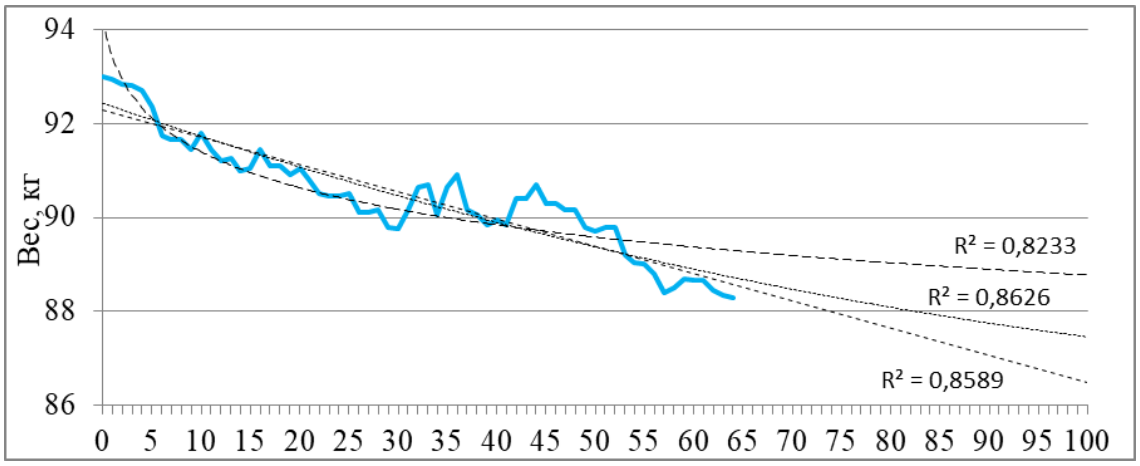


Рис. 1. Пример прогнозирования веса человека

В рассмотренном примере прогнозирование параметров состояния тела человека ведется на основе измеренных данных за 65 дней. Горизонт прогнозирования составляет 35 дней. При составлении прогноза выделяется реалистичный, оптимистичный и пессимистичный сценарии. На данном этапе реалистичный сценарий реализуется на основе степенного полинома второго порядка (с наибольшей R^2=0,863): $y = –0,0002x^2 – 0,0731x + 92,5070$.

Оптимистичный сценарий реализуется при линейной функции с достоверностью R^2=0,859: $y = –0,058x + 92,334$.

Пессимистичный сценарий реализуется при логарифмической функции (R^2=0,823): $y = –1,186\ln(x) + 94,244$.

Аппаратно-программные модули информационной системы показывают, что снижение веса происходит в основном за счет потери общей жировой массы с 31,8% до 29,9% и уменьшение мышечной массы с 60,2 до 58,8 кг.

Не всегда у обычного человека или начинающих спортсменов имеются профессиональное дорогое оборудование и программные средства для контроля и прогнозирования параметров состояния своего тела. В данной работе предложена и исследована простая информационная система для контроля и прогнозирования состояния тела человека при определенных физических нагрузках и режиме питания. Это важно для поддержания здоровья человека. Также система может применяться для спортсменов [2] при планировании достижения необходимых параметров тела в установленное время.

Источники

1. Christiansen E, Garby L. Prediction of body weight changes caused by changes in energy balance // Eur J Clin Invest. 2002. 32(11). PP. 826-30.
2. Сафина Р.М. Анализ результатов финалов в беге на 100 м Чемпионатов Мира по легкой атлетике 2015-2019 годов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2019. №12. С. 265-269.
3. Официальный сайт Xiaomi в России [Электронный ресурс]. https://www.mi.com/ru/ (дата обращения: 11.03.2025).
4. Официальный сайт Huawei в России [Электронный ресурс]. https://huawei.ru/ (дата обращения: 11.03.2025).
5. Brezinski C., Zaglia M.R. Extrapolation Methods // North Holland: Imprint. 1991. PP. 474.
6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2015. № 7-8. С. 98-105.
7. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Моделирование электромагнитного воздействия на электронные средства по сети электропитания здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2014. № 7-8. С. 104-110.
8. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронно-вычислительных средств при воздействии электростатического разряда // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2009. № 1-2. С. 104-112.
9. Safina R. Intelligent System for Predicting the State of the Human Body // Proceedings – 2021 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2021, Sochi, 2021. PP. 309-313.

УДК 004.414

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ SQL ТРИГГЕРОВ И ХРАНИМЫХ ПРОЦЕДУР

Семенова Элиза Матвеевна, Бикмуллина Ильсияр Ильдаровна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
semenovaeliza7@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается важность разработки интерактивного обучающего приложения, которое даст пользователям возможность не только изучать теоретические аспекты, но и активно практиковаться в создании триггеров и хранимых процедур.

Ключевые слова: интерактивное обучение, обучающее приложение, триггеры, хранимые процедуры, SQL, разработка приложений, пользовательский опыт, цифровые технологии.

THE RELEVANCE OF DEVELOPING AN INTERACTIVE APPLICATION FOR STUDYING SQL TRIGGERS AND STORED PROCEDURES

Semenova Eliza Matveevna, Bikmullina Ilsiyar Ildarovna
FSBEI HE «KNRTU–KAI», Kazan, Russia
semenovaeliza7@gmail.com

Abstract. This article discusses the importance of developing an interactive learning application that will allow users to not only learn the theoretical aspects but also actively practice creating triggers and stored procedures.

Keywords: interactive learning, educational application, triggers, stored procedures, SQL, application development, user experience, digital technologies.

В современном мире информация стала одним из самых ценных ресурсов. С каждым днем объемы данных, генерируемых в различных сферах – от бизнеса до науки – стремительно растут. В условиях этой информационной перегрузки эффективное управление данными становится критически важным для успешного функционирования организаций. В частности, базы данных играют ключевую роль в хранении, обработке и анализе информации, что делает их адекватное использование необходимым для достижения конкурентных преимуществ.

Согласно исследованиям, более 80% времени, затрачиваемого разработчиками и администраторами баз данных, уходит на задачи, связанные с управлением данными и обеспечением их целостности [1]. В этом контексте

триггеры и хранимые процедуры SQL представляют собой мощные инструменты, позволяющие автоматизировать рутинные операции, минимизировать вероятность ошибок и оптимизировать производительность систем.

Современные базы данных становятся все более сложными, что требует от специалистов глубоких знаний в области проектирования и администрирования. Триггеры позволяют автоматически выполнять определенные действия при изменении данных, обеспечивая тем самым поддержку бизнес-логики на уровне базы данных [2]. Хранимые процедуры, в свою очередь, позволяют инкапсулировать логику обработки данных, что значительно упрощает разработку и поддержку приложений.

Несмотря на очевидные преимущества использования триггеров и хранимых процедур, на рынке труда наблюдается нехватка специалистов, обладающих соответствующими навыками [3]. Многие учебные заведения не уделяют достаточного внимания данной теме в своих учебных планах, что приводит к тому, что выпускники не готовы к реальным условиям работы с базами данных. Это создает разрыв между потребностями работодателей и уровнем подготовки кадров. Помимо этого, традиционные методы обучения часто не обеспечивают достаточной практической подготовки. Теоретические знания без возможности их применения на практике не дают студентам уверенности в своих силах и не позволяют им эффективно решать реальные задачи. Поэтому создание интерактивного обучающего приложения, которое позволит пользователям не только изучать теорию, но и практиковаться в написании триггеров и хранимых процедур, становится особенно актуальным.

С учетом современных тенденций в области образования и технологий, использование интерактивных платформ для обучения становится все более распространенным. Геймификация, онлайн-курсы и интерактивные симуляторы позволяют сделать процесс обучения более увлекательным и эффективным. Создание приложения для изучения SQL-триггеров и хранимых процедур будет способствовать развитию навыков у пользователей и подготовит их к требованиям современного рынка труда.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения квалификации специалистов в области работы с базами данных, растущей сложностью систем и нехваткой практических навыков у выпускников учебных заведений. Разработка интерактивного обучающего приложения для изучения триггеров и хранимых процедур SQL представляет собой важный шаг к решению этих проблем и подготовке квалифицированных кадров для информационной отрасли [4].

С помощью приложения пользователи смогут ознакомиться с основными принципами работы триггеров и хранимых процедур, а также научиться эффективно использовать их. Такой подход сделает процесс обучения более

увлекательным и продуктивным, что повысит уровень профессиональной подготовки разработчиков и улучшит качество создаваемых решений.

Целью данного приложения является повышение эффективности обучения триггерам и хранимым процедурам, предоставляя пользователям интерактивный и доступный способ освоения этих технологий. Платформа должна не только объяснять теоретические аспекты этих концепций, но и предлагать практические задания и примеры, позволяющие закрепить знания на практике.

Задачи приложения должны включать в себя обучение основам SQL, предоставляя пользователям базовые знания о языке SQL, его синтаксисе и принципах работы. Приложение должно также объяснять концепцию триггеров, их типы (например, BEFORE, AFTER) и применение в различных сценариях [5]. Кроме того, оно должно обучать созданию, модификации и вызову хранимых процедур, а также их преимуществам. Важно, чтобы приложение предоставляло пользователям возможность практиковаться в написании триггеров и хранимых процедур через интерактивные задания. Наконец, приложение должно включать тесты и квизы для проверки усвоенных знаний и навыков.

Проектирование интерфейса приложения является ключевым этапом, так как от него зависит удобство использования и восприятие учебного материала пользователями. Для создания интуитивно понятного и эффективного интерфейса целесообразно использовать подходы, основанные на простоте и минимализме, где интерфейс будет разработан с акцентом на простоту, избегая избыточных элементов и сложных навигационных схем. Основные функции приложения должны быть доступны в несколько кликов. Кроме того, для повышения вовлеченности пользователей будут использоваться интерактивные элементы, такие как визуальные подсказки, анимации и игровые механики, что сделает процесс обучения более увлекательным и мотивирующим [6]. Важно также предоставить пользователям возможность получать обратную связь о своих действиях в приложении; например, после выполнения задания пользователи смогут видеть результаты своих попыток, что поможет им понять свои ошибки и улучшить навыки.

Учебный процесс в приложении должен быть организован таким образом, чтобы обеспечить последовательное и логичное усвоение материала. Приложение должно быть разделено на модули, каждый из которых посвящен определенной теме – триггерам или хранимым процедурам. Внутри каждого модуля должны быть представлены теоретические материалы, примеры кода и практические задания. Каждое задание должно сопровождаться пошаговыми инструкциями, которые помогут пользователям понять, как выполнять определенные действия и какие ошибки могут возникнуть в процессе. Для

закрепления теоретических знаний должны быть предложены практические задания различной сложности, позволяющие пользователям писать собственные триггеры и хранимые процедуры в безопасной среде, где ошибки не приведут к негативным последствиям. После завершения каждого модуля пользователи должны иметь возможность пройти тестирование, которое позволит оценить уровень усвоения материала, а результаты тестирования помогут определить, какие темы требуют дополнительного внимания.

Разработка интерактивного обучающего приложения для изучения триггеров и хранимых процедур SQL требует комплексного подхода к проектированию интерфейса и организации учебного процесса. Использование современных технологий и инструментов позволит создать качественный продукт, который поможет пользователям эффективно развивать свои навыки работы с базами данных.

Источники

1. Time Crunch: Equalizing Time Spent on Data Management vs Analytics [Электронный ресурс]. https://blogs.idc.com/2018/08/23/time-crunch-equalizing-time-spent-on-data-management-vs-analytics/ (дата обращения: 10.03.2025).
2. Kofler M. Stored Procedures and Triggers // The Definitive Guide to MySQL5. 2005. PP. 317-343.
3. Cummings J., Janicki T. N. What skills do students need? A multi-year study of IT/IS knowledge and skills in demand by employers // Journal of Information Systems Education. 2020. Т. 31. №. 3. PP. 208-217.
4. Sverchkov A. et al. Multimedia Academic Manual" Database Application Development" // 2020 V International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino). IEEE, 2020. PP. 1-6.
5. Joel Murach. Murach's Oracle SQL and PL/SQL for Developers // 2nd ed. Edition. 2014. PP. 507–535.
6. Biran Burke. Gamify: How Gamification Motivates People to Do Extraordinary Things // 2014. PP. 25-39.

УДК 004.942

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ КАК ОСНОВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ: ТЕХНОЛОГИИ, ВНЕДРЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сепаева Виктория Сергеевна, Ямалов Булат Радикович, Якупов Зуфар Ясавеевич
ФБГОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
sepaevaviktoria@gmail.com

Аннотация. В статье исследуется роль цифровых двойников в трансформации управления промышленными предприятиями. Рассмотрены ключевые компоненты технологии, этапы разработки и преимущества данного решения. Анализируются основные вызовы и перспективные направления их преодоления.

Ключевые слова: цифровые двойники, промышленность, оптимизация, прогнозирование, IoT, аналитика.

DIGITAL TWINS AS THE FOUNDATION OF SMART INDUSTRIAL MANAGEMENT: TECHNOLOGIES, IMPLEMENTATION, AND FUTURE PROSPECTS

Sepaeva Victoria Sergeevna, Yamalov Bulat Radikovich, Yakupov Zufar Yasaveevich
KSPEU, Kazan, Russia
sepaevaviktoria@gmail.com

Abstract. The article examines the role of digital twins in transforming the management of industrial enterprises. Key technological components, development stages, and advantages of this solution are discussed. The main challenges and promising directions for addressing them are analyzed.

Keywords: digital twins, industry, optimization, forecasting, IoT, analytics.

Современная промышленность вступает в эпоху тотальной цифровизации, где технологии цифровых двойников формируют основу для кардинальных изменений в управлении производственными процессами. Эти динамичные виртуальные модели, представляющие точные цифровые копии физических объектов, становятся ключевым элементом интеллектуальной инфраструктуры предприятий. Их актуальность обусловлена необходимостью решения трех стратегических задач: повышения эффективности операций, снижения производственных издержек и минимизации рисков. В условиях глобальной конкуренции цифровые двойники позволяют перейти от реактивного управления к превентивному подходу, что подтверждается

аналитическими исследованиями: применение этой технологии снижает затраты на разработку продукции на 18–25%, уменьшает расходы на обслуживание на 30% и сокращает время простоя до 45% [1].

Истоки концепции цифровых двойников восходят к началу 2000-х годов, когда NASA впервые применила подобные технологии для моделирования и контроля космических аппаратов. В настоящее время цифровые двойники эволюционировали в многоуровневые системы, интегрированные в цифровую экосистему предприятий. Современный цифровой двойник – это не статичная модель, а динамическая платформа, состоящая из четырех взаимосвязанных компонентов:

1. Физический уровень включает оборудование, оснащенное сетью IoT-датчиков, фиксирующих параметры работы в реальном времени.

2. Виртуальный уровень объединяет геометрические, физические и поведенческие модели, обученные на основе методов машинного обучения.

3. Уровень интеграции данных опирается на промышленные протоколы и облачные платформы, обеспечивающие двусторонний обмен информацией между физической и цифровой средами.

4. Аналитический уровень предоставляет инструменты прогнозной аналитики, визуализации данных и поддержки принятия решений, создавая замкнутый цикл управления.

Процесс разработки цифровых двойников представляет собой итеративную методологию, включающую несколько ключевых этапов. Изначально проводится анализ требований и определение критически важных показателей эффективности, соответствующих бизнес-целям компании, таким как сокращение энергопотребления или предсказание отказов. Затем формируется математическая модель, которая может быть построена по строгим расчетным правилам, учитывать случайные факторы или сочетать оба этих подхода. Следующий этап включает интеграцию модели с реальными источниками данных, такими как сенсорные системы и архивные базы, что требует применения продвинутых алгоритмов обработки больших массивов информации. После многоуровневой проверки (верификации и валидации) и тонкой настройки параметров модель внедряется в производственные процессы, интегрируясь с системами управления предприятием. Следует учитывать, что цифровые двойники нуждаются в регулярной корректировке при изменении производственных условий, а это требует наличие высококвалифицированного персонала. Практическое применение технологии демонстрирует ее значительный потенциал. В авиастроении компании GE Aviation внедрил цифровые двойники авиационных двигателей, что позволило с высокой точностью (до 95%) прогнозировать остаточный ресурс деталей, снижая затраты на обслуживание на 25–30% [2]. Следовательно, цифровые двойники не только совершенствуют процессы

проектирования и эксплуатации, но и радикально меняют подходы к управлению промышленными активами.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, внедрение цифровых двойников сопряжено с рядом вызовов. Среди технологических сложностей – необходимость обработки массивных потоков данных в реальном времени, создание точных моделей для уникального оборудования и интеграция с устаревшими системами. Организационные барьеры включают высокую стоимость внедрения, нехватку квалифицированных специалистов и сопротивление персонала изменениям. Существенным остается и вопрос кибербезопасности: цифровые двойники могут стать целью хакерских атак, что создает угрозу утечки данных и нарушения работы производства. Тем не менее, перспективы развития технологии остаются оптимистичными. Квантовые вычисления, развитие концепции цифровых двойников предприятий и интеграция с дополненной реальностью открывают новые горизонты для цифровой трансформации промышленности.

Таким образом, цифровые двойники – это не просто технологическая инновация, а стратегический инструмент, формирующий новую парадигму управления промышленными активами. Их успешное внедрение требует четкого понимания бизнес-целей, выбора оптимальной методологии, создания современной IT-инфраструктуры и подготовки специалистов нового типа. Будущее цифровых двойников связано с углубленной интеграцией искусственного интеллекта и интернета вещей, разработкой отраслевых стандартов и созданием межотраслевых цифровых экосистем. В ближайшие годы эта технология станет неотъемлемой частью индустрии, определяя уровень конкурентоспособности предприятий и требуя дальнейших исследований в области стандартизации, автоматической калибровки и нормативного регулирования для широкомасштабного внедрения.

Источники

1. Digital twin in manufacturing: key insights [Электронный ресурс] https://www.numberanalytics.com/blog/digital-twin-manufacturing-insights (дата обращения: 29.03.2025).

2. Digital Twin in Aerospace Industry: A Gentle Introduction [Электронный ресурс]. https://www.researchgate.net/publication/357190456 (дата обращения: 30.03.2025).

3. Дунина А.А. Цифровые двойники на производстве как одно из направлений цифровой трансформации экономики // Стратегии бизнеса. 2022. Т. 10. № 5. С. 114-116.

УДК 004.94

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ПРОДУКТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ

Смирнов Юрий Николаевич, Валишова Софья Ренатовна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
snvlshv@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается концепция цифровых двойников как одной из ключевых технологий цифровой трансформации предприятий. Описаны принципы работы цифровых двойников, включая сбор и анализ данных с помощью датчиков, систем искусственного интеллекта и IoT-устройств. Проведен анализ существующих решений, демонстрирующий эффективность их применения в различных отраслях, таких как автомобилестроение, авиация и промышленное производство. Представлены результаты исследований, подтверждающие экономическую выгоду от внедрения цифровых двойников, включая снижение затрат на обслуживание оборудования и повышение производительности. Проведен сравнительный анализ традиционного и цифрового подходов к управлению производственными процессами. Выявлены основные преимущества технологии, а также вызовы, связанные с ее внедрением, такие как сложность интеграции и вопросы кибербезопасности.

Ключевые слова: цифровой двойник, цифровая трансформация, предиктивное обслуживание, IoT, искусственный интеллект, оптимизация производства, моделирование, промышленность 4.0, управление данными, автоматизация.

DIGITAL TWINS OF ENTERPRISE PRODUCTS

Smirnov Yuri Nikolaevich, Valishova Sofia Renatovna
KSPEU, Kazan, Russia
snvlshv@mail.ru

Abstract. The article explores the concept of digital twins as a key technology in the digital transformation of enterprises. It describes the principles of digital twin operation, including data collection and analysis through sensors, artificial intelligence systems, and IoT devices. An analysis of existing solutions demonstrates the effectiveness of their application in various industries, such as automotive manufacturing, aviation, and industrial production. Research findings confirm the economic benefits of implementing digital twins, including reduced maintenance costs and increased productivity. A comparative analysis of traditional and digital approaches to production process management is presented. The main advantages of the technology are identified, along with challenges related to its implementation, such as integration complexity and cybersecurity issues.

Keywords: digital twin, digital transformation, predictive maintenance, IoT, artificial intelligence, production optimization, modeling, Industry 4.0, data management, automation.

В эпоху цифровой трансформации предприятия активно внедряют инновационные технологии, чтобы повысить эффективность работы, снизить затраты и минимизировать риски. Одним из наиболее перспективных направлений является использование цифровых двойников – виртуальных

копий реальных объектов, процессов или систем, которые помогают моделировать, анализировать и оптимизировать производство.

Цифровой двойник (Digital Twin) – это точная виртуальная модель физического объекта, созданная с целью мониторинга его работы, анализа данных и прогнозирования возможных изменений. Такие модели могут использоваться на разных этапах жизненного цикла продукта: от проектирования и тестирования до эксплуатации и утилизации. Основой технологии цифрового двойника является постоянный обмен данными между физическим объектом и его виртуальной копией. Это достигается с помощью датчиков и IoT-устройств, которые собирают информацию о состоянии оборудования, параметрах работы, температуре, вибрации и других показателях, а также систем анализа данных и искусственного интеллекта, обрабатывающих поступающую информацию и создающих прогнозы [1].

В последние годы многие крупные предприятия начали активно внедрять цифровые двойники. Например, компания Siemens использует их для управления производственными процессами и предсказания поломок оборудования, а General Electric применяет цифровые модели в авиации для анализа состояния турбин. По данным исследования Gartner, к 2025 году 75% предприятий с интенсивным производством будут использовать цифровые двойники для улучшения операционной эффективности. Исследование, проведенное McKinsey, показало, что внедрение цифровых двойников может снизить затраты на техническое обслуживание оборудования на 15-20% и увеличить производительность на 10-15%. В авиастроении применение цифровых моделей позволило Boeing сократить время на проектирование новых самолетов на 30%, а в автомобилестроении компания Tesla использует цифровые двойники для удаленного обновления программного обеспечения и диагностики автомобилей [2, 3].

Для оценки эффективности цифровых двойников можно рассмотреть несколько ключевых параметров. Экономия времени и ресурсов достигается за счет создания виртуальной копии, которая позволяет тестировать изменения в цифровой среде без необходимости проводить дорогостоящие эксперименты на реальном оборудовании. Предиктивное обслуживание становится возможным благодаря анализу собранных данных, который помогает прогнозировать возможные неисправности и устранять их до того, как они приведут к сбоям. Оптимизация производственных процессов позволяет моделировать работу предприятия и находить наиболее эффективные стратегии управления ресурсами. Гибкость и адаптивность цифровых моделей упрощает переход на новые технологии и адаптацию к изменяющимся условиям рынка [4, 5].

Сравнительный анализ традиционного и цифрового подхода показывает значительные преимущества использования цифровых двойников (таблица 1).

Таблица 1. Сравнительный анализ традиционного и цифрового подхода

Критерий	Традиционный подход	Подход с цифровыми двойниками
Испытания новых продуктов	Физические тесты, дорого и долго	Виртуальное моделирование, быстро и экономично
Техническое обслуживание	Реактивный ремонт после поломки	Предиктивный анализ и профилактика
Оптимизация работы	Решения принимаются на основе опыта	Решения основаны на данных и прогнозах
Гибкость изменений	Требует времени и затрат	Быстрая адаптация с минимальными вложениями

На основе анализа можно сделать вывод, что цифровые двойники становятся неотъемлемой частью современных предприятий, помогая снижать затраты, улучшать управление ресурсами и повышать качество продукции. Несмотря на вызовы, связанные с внедрением, такие как высокая сложность интеграции и вопросы кибербезопасности, преимущества цифровых двойников очевидны. По прогнозам экспертов, в ближайшие 5-10 лет их использование охватит практически все сферы промышленности, а дальнейшее развитие искусственного интеллекта и облачных технологий позволит сделать эти системы еще более эффективными [6]. Компании, которые уже сегодня внедряют цифровые двойники, получают значительное конкурентное преимущество, сокращая издержки, улучшая качество продукции и обеспечивая безопасность своих процессов.

Источники

1. Гривз М. Цифровые двойники: от концепции к практике // Информационные технологии в промышленности. 2020. № 3. С. 45-52.

2. Цифровые двойники в промышленности и не только [Электронный ресурс]. https://habr.com/ru/articles/728556/ (дата обращения: 20.03.2025).

3. How digital twins are accelerating product development [Электронный ресурс]. https://www.mckinsey.com (дата обращения: 10.03.2025).

4. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. О проектировании цифрового двойника системы нефтепродуктообеспечения // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 5. С. 161-164.

5. Жарасов Б.С., Абрамов В.И. Цифровые двойники в управлении производством: принципы создания, проблемы внедрения и перспективы развития // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2024. № 6. С. 80-94.

6. Возможности применения цифровых двойников в промышленности [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-primeneniya-tsifrovyh-dvoynikov-v-promyshlennosti (дата обращения: 20.03.2025).

УДК 004.9

КОМПОНЕНТЫ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ: БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ ИХ АНАЛИЗА

Смирнов Юрий Николаевич, Николаев Герман Сергеевич
КГЭУ, Казань, Россия,
nickolaev.german@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрен один из ключевых компонентов цифровых двойников — большие данные, их актуальность и роль в создании и функционировании цифровых двойников предприятия. Описаны основные источники больших данных, такие как IoT-устройства, ERP- и CRM-системы. Рассмотрены методы анализа больших данных, включая краудсорсинг, смешение и интеграцию данных, машинное обучение, предиктивную аналитику, имитационное моделирование, статистический анализ, Data Mining и визуализацию данных. Также представлены современные средства для обработки и анализа больших данных, такие как распределенные системы хранения, NoSQL-базы данных, потоковые платформы и облачные сервисы.

Ключевые слова: цифровые двойники, большие данные, IoT, машинное обучение, предиктивная аналитика, визуализация данных, оптимизация процессов, промышленные предприятия.

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS TO FORECAST ENERGY CONSUMPTION IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

Smirnov Yuri Nikolaevich, Nikolaev German Sergeevich
KSPEU, Kazan, Russia,
nickolaev.german@yandex.ru

Abstract. The article examines one of the key components of digital twins — big data, its relevance, and role in the creation and functioning of enterprise digital twins. The main sources of big data, such as IoT devices, ERP, and CRM systems are described. Methods for analyzing big data are considered, including crowdsourcing, data blending and integration, machine learning, predictive analytics, simulation modeling, statistical analysis, data mining, and data visualization. Modern tools for processing and analyzing big data, such as distributed storage systems, NoSQL databases, streaming platforms, and cloud services, are also presented.

Keywords: digital twins, big data, IoT, machine learning, predictive analytics, data visualization, process optimization, industrial enterprises.

В условиях современной экономики цифровизация производственных процессов играет ключевую роль в обеспечении конкурентоспособности предприятий. Одной из наиболее инновационных технологий, трансформирующих подходы к управлению, является концепция цифровых двойников. Цифровой двойник представляет собой виртуальную копию физического объекта, процесса или системы, которая позволяет проводить анализ, прогнозирование и оптимизацию их работы в режиме реального времени [1].

Данная технология активно внедряется в различных сферах, включая промышленное производство, логистику и управление цепочками поставок. Цифровые двойники способствуют повышению эффективности внутренних процессов, более точному прогнозированию рыночного спроса и быстрой адаптации к изменяющимся условиям рынка [2].

На рисунке 1 изображена замкнутая схема, отражающая использование цифровых двойников на предприятии.

Рис. 1. Схема создания и применения цифрового двойника

Для успешной работы цифровых двойников критически важен непрерывный сбор и обработка данных. Без актуальной информации цифровые двойники утрачивают свою практическую значимость, так как именно данные делают их эффективным инструментом для поддержки принятия решений.

Важно учитывать, что объем данных о поведении физического объекта варьируется на разных этапах создания цифровой модели. Как видно на рис. 3, на стадиях «концепция» и «прототип» данные о реальном объекте отсутствуют, поскольку физическое изделие еще не создано. На этих этапах информация об объекте может быть получена исключительно за счет моделирования

физических процессов, связанных с проектированием и функционированием будущего изделия. По мере появления и накопления данных о реальном объекте они начинают играть все более важную роль в построении аналитических моделей.

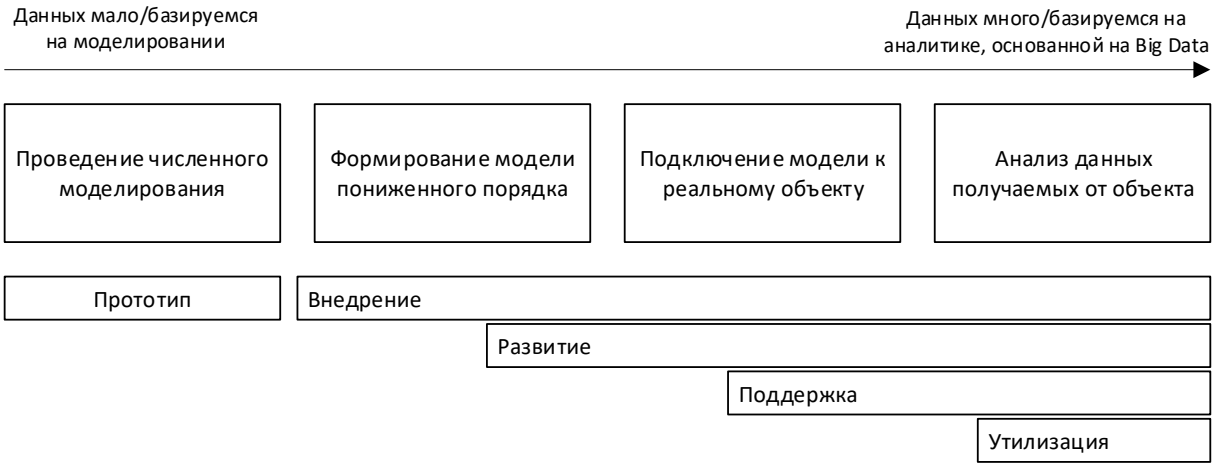


Рис. 2. Объем данных на разных этапах жизненного цикла продукта

Для цифровых двойников большие данные становятся основным источником информации. Анализ и использование Big Data дает компании глубокое понимание всего, что происходит внутри нее и в ее окружении. Этот процесс обнаруживает проблемные зоны, места, где процессы не работают эффективно, а также открывает новые возможности для улучшения и повышения эффективности бизнеса [3].

Большие данные – это огромные объемы информации, которые характеризуются высокой скоростью поступления, разнообразием форматов и сложностью для обработки с помощью традиционных методов.

Основные источники больших данных для цифровых двойников предприятия включают IoT-устройства, такие как датчики и сенсоры, которые предоставляют информацию о состоянии оборудования, температуре, энергопотреблении и других параметрах в режиме реального времени, что позволяет предотвращать сбои и минимизировать простои. ERP- и CRM-системы поставляют структурированные данные о запасах, финансах, клиентах и продажах, помогая прогнозировать спрос и оптимизировать цепочки поставок. Данные о местоположении и логистике, получаемые через GPS и системы отслеживания, используются для оптимизации маршрутов и снижения затрат на топливо.

Кроме того, цифровые двойники анализируют данные из социальных сетей и онлайн-платформ для изучения потребительских предпочтений и улучшения маркетинговых стратегий. Внутренние данные от сотрудников и систем управления персоналом помогают оптимизировать рабочие процессы и

повышать производительность. Также учитываются внешние факторы, такие как рыночные тренды, действия конкурентов и изменения в законодательстве, что позволяет предприятию адаптироваться к изменениям и принимать стратегические решения.

Цифровые двойники предприятий используют различные методы анализа больших данных для эффективной обработки и интерпретации информации. Краудсорсинг привлекает коллективный разум для решения задач, таких как аннотирование изображений или обработка текстов, но менее эффективен для сложных задач. Смешение и интеграция данных объединяют разрозненную информацию из разных источников, устраняя дублирование и противоречия, что особенно важно при работе с разнородными данными. Предиктивная аналитика, основанная на исторических данных, позволяет прогнозировать будущие события, такие как спрос на продукцию или риски, а имитационное моделирование помогает оценивать различные сценарии в виртуальной среде, снижая затраты и риских [3].

Статистический анализ выявляет взаимосвязи и тенденции в данных, используя методы корреляции, регрессии и анализа временных рядов. Data Mining, в свою очередь, позволяет обнаруживать скрытые закономерности и аномалии в больших массивах данных, что полезно для маркетинга, финансов и других областей. Визуализация данных упрощает восприятие сложной информации, представляя её в виде графиков и диаграмм, что облегчает принятие решений.

Для эффективной обработки и анализа больших данных цифровые двойники предприятий используют специализированные инструменты. Распределённые системы хранения данных, такие как Apache Hadoop и Apache Spark, обеспечивают масштабируемость и высокую производительность при работе с огромными объёмами информации. Для обработки потоков данных в реальном времени применяются системы вроде Apache Kafka и Apache Flink, которые позволяют мгновенно реагировать на изменения. NoSQL-базы данных, такие как MongoDB и Cassandra, обеспечивают гибкость и масштабируемость при работе с разнородными данными, включая неструктурированные форматы.

Методы машинного обучения и статистического анализа, реализованные в библиотеках TensorFlow, scikit-learn и Apache Mahout, помогают выявлять скрытые закономерности и улучшать точность прогнозов. Инструменты визуализации, такие как Tableau и Power BI, преобразуют сложные данные в графики и диаграммы, упрощая их интерпретацию. Облачные платформы, включая AWS, Microsoft Azure и Google Cloud, предоставляют масштабируемые вычислительные ресурсы, что делает их идеальным решением для хранения и анализа данных [4]. В совокупности эти инструменты обеспечивают цифровым двойникам возможность эффективно работать с

большими данными, извлекая из них ценную информацию для оптимизации процессов и принятия решений.

Цифровые двойники предприятий – это ключевая технология цифровой трансформации, позволяющая моделировать, анализировать и прогнозировать производственные процессы. Их ценность напрямую зависит от больших данных, которые обрабатываются с использованием современных методов. Эффективное использование больших данных в цифровых двойниках позволит предприятиям не только повысить производительность, но и адаптироваться к динамично меняющимся условиям рынка, обеспечивая устойчивый рост и инновационное развитие.

Источники

1. Тахаутдинов Д.Р., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники предприятий: сценарий развития предприятия // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024.
2. Столяров И.С., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники предприятий: предиктивный анализ // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 539-542.
3. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 207-210.
4. Смирнов Ю.Н., Каляшина А.В. Математическая модель оптимизации деятельности для цифровой системы управления предприятием. // Научно технический вестник Повольжья. 2023. № 11. С.119-122.
5. Сафина К.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: Облачные технологии // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 494-497.
6. Коданева А.В., Смирнов Ю.Н. Компоненты цифровых двойников предприятий: нейросетевые технологии и системы искусственного интеллекта // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 867-871.

УДК 004.42

АРХИТЕКТУРА (КОМПОНЕНТЫ) ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Смирнов Юрий Николаевич, Огуречникова Арина Денисовна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ogurechnikovaaa@mail.ru

Аннотация. Исследование архитектуры программного обеспечения цифровых двойников актуально из-за их растущего применения в производстве, энергетике и здравоохранении, а также необходимости интеграции с другими системами. Цель работы – анализ ключевых компонентов и архитектурных паттернов для эффективного функционирования цифровых двойников. В исследовании использованы методы анализа существующих архитектур и обзор технологий. Результаты показывают, что архитектура включает источники данных, двигатель моделирования, интерфейс пользователя и интеграционные модули. Микросервисная и облачная архитектура обеспечивают масштабируемость и гибкость, что важно для обработки больших объемов данных. Также выявлены угрозы безопасности, такие как утечка данных, что подчеркивает важность комплексного подхода к безопасности. Инвестиции в архитектуру и безопасность цифровых двойников могут значительно повысить эффективность организаций.

Ключевые слова: цифровые двойники, безопасность данных, масштабируемость, микросервисная архитектура, облачные вычисления, интеграция систем, источники данных, двигатель моделирования, применение в отраслях.

ARCHITECTURE (COMPONENTS) OF DIGITAL TWIN SOFTWARE.

Smirnov Yuri Nikolayevich, Ogurechnikova Arina Denisovna
KSPEU, Kazan, Russia
ogurechnikovaaa@mail.ru

Abstract. The study of the software architecture of digital twins is relevant due to their growing application in manufacturing, energy, and healthcare, as well as the need for integration with other systems. The aim of the work is to analyze key components and architectural patterns for the effective functioning of digital twins. The research methods used include analysis of existing architectures and a review of technologies. The results show that the architecture includes data sources, a simulation engine, a user interface, and integration modules. Microservices and cloud architecture provide scalability and flexibility, which are essential for processing large volumes of data. Security threats, such as data leakage, have also been identified, highlighting the importance of a comprehensive approach to security. Investments in the architecture and security of digital twins can significantly enhance organizational efficiency.

Keywords: Digital twins, data security, scalability, microservice architecture, cloud computing, systems integration, data sources, modeling engine, industry applications.

Цифровые двойники – это виртуальные модели, которые отображают состояние и поведение физического объекта в реальном времени. Они обеспечивают сбор, анализ и визуализацию больших объемов данных, с помощью современных технологий, таких как Интернет вещей (IoT), облачные вычисления, машинное обучение и дополнительная реальность [1].

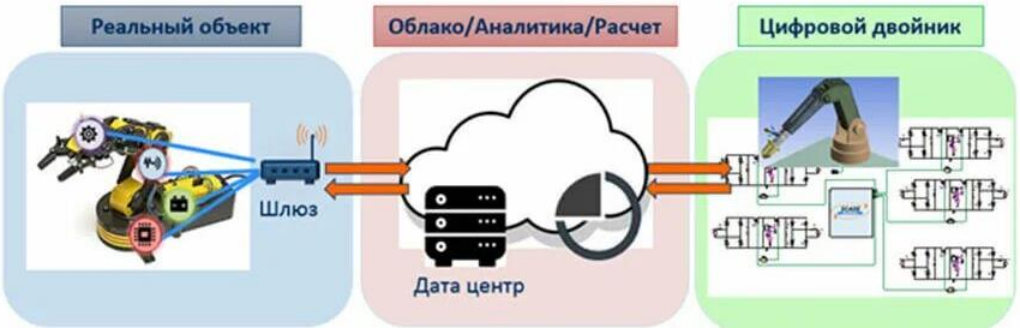


Рис.1 Модель взаимодействия реальных и цифровых систем

Цифровые двойники в современных реалиях позволяют:

1. Оптимизировать процессы: моделируя поведение системы в цифровом мире, дают возможность проводить виртуальные эксперименты, оптимизировать параметры работы и предсказывать потенциальные проблемы раньше, чем они возникнут в реальном мире.

2. Повышать производительность: путем анализа данных, полученных от цифрового двойника, выявляют труднодоступные места в процессах, оптимизируют рабочие потоки и повышают общую производительность системы.

3. Проводить предсказующее обслуживание: цифровой двойник, анализируя данные о работе оборудования, может предсказать вероятность отказов и составлять план профилактического обслуживания, сводя к минимуму простои и предотвращая дорогостоящие ремонты.

4. Повышать безопасность: моделируя потенциально опасные ситуации, можно выявлять уязвимости системы и разрабатывать меры для повышения безопасности [2].

Актуальность исследования архитектуры программного обеспечения цифровых двойников обусловлена их растущим применением и необходимостью интеграции с другими системами. Исследования в этой области важны для разработки эффективных и надежных решений.

Цифровые двойники можно классифицировать по нескольким критериям:

1. По уровню детализации: от простых моделей до высокоточных, учитывающих множество деталей.

2. По типу моделирования: физические, статистические и симуляционные модели.

Ключевые характеристики цифрового двойника включают: динамическое обновление, интерактивность, интеграцию с физическим объектом, использование многоисточниковых данных и возможность проведения виртуальных экспериментов.

Преимущества: повышение эффективности, снижение затрат, улучшение качества и безопасность. Недостатки: высокие начальные затраты, сложность разработки моделей и необходимость поддержания актуальности данных.

Цифровые двойники могут использовать несколько архитектурных стилей:

1. Микросервисная архитектура: Разделение на независимые сервисы, что упрощает управление и масштабируемость.

2. Архитектура на основе событий: Обработка данных через события, что обеспечивает быструю адаптацию к изменениям.

3. Облачная архитектура: Использование облачных сервисов для хранения и обработки данных, что снижает затраты и упрощает управление.

4. Гибридная архитектура: Комбинация различных архитектурных паттернов для оптимизации.

Ключевые компоненты архитектуры цифровых двойников:

1. Источники данных: сенсоры, системы мониторинга и базы данных.

2. Двигатель моделирования: отвечает за выполнение моделирования системы.

3. Интерфейс пользователя: обеспечивает взаимодействие с системой.

4. Компоненты интеграции: обеспечивают взаимодействие с другими системами.

5. Хранилище данных: управляет моделями и метаданными.

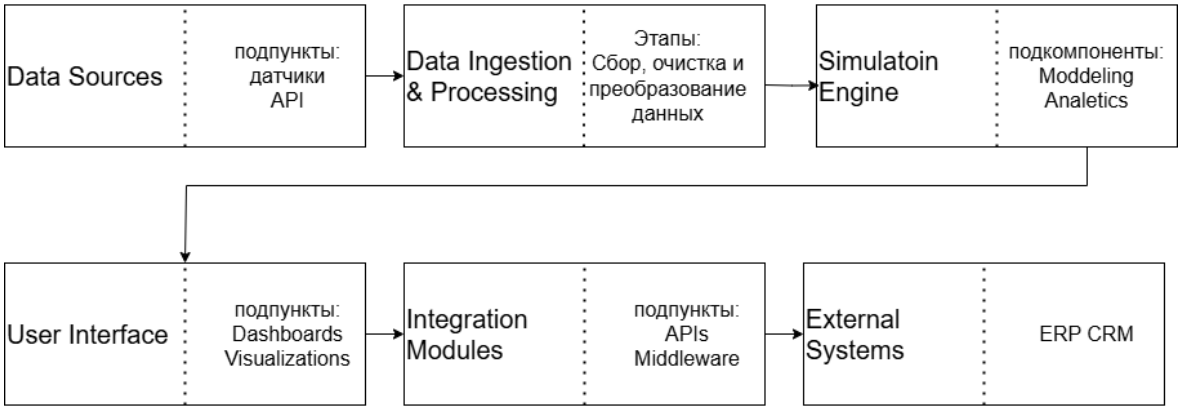


Рис.2 Схема архитектуры цифровых двойников

Программное обеспечение цифровых двойников использует технологии для сбора, хранения и обработки данных, включая сенсоры, базы данных и инструменты аналитики [3]. Безопасность критически важна и включает защиту данных от утечек, аутентификацию пользователей, шифрование и мониторинг вторжений.

Масштабируемость подразумевает способность системы обрабатывать растущие объемы данных. Стратегии масштабируемости включают микросервисную архитектуру, облачные вычисления и оптимизацию алгоритмов.

Цифровые двойники повышают эффективность и безопасность систем. Их архитектура включает источники данных (сенсоры, системы мониторинга),

двигатель моделирования (прогнозирование поведения), интерфейс пользователя (взаимодействие и анализ), компоненты интеграции (взаимодействие с другими системами) и хранилище данных (управление моделями) [4-7].

Эта архитектура должна быть гибкой и масштабируемой. Инвестиции в безопасность компонентов обеспечивают конкурентное преимущество и способствуют инновациям.

Источники

1. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 207-210.
2. Шиховцева А.Н., Смирнов Ю.Н. Программные продукты цифровых двойников: назначение, функционал и платформа // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 690-693.
3. Зарипова Р.С., Овсеенко Г.А., Харченко С.Б. Бизнес-процессы в теории инвестиционной деятельности предприятий // Экономика и предпринимательство. 2024. № 1 (162). С. 859-862.
4. Мухаметзянов И.И., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники предприятий: цифровое предприятие на основе имитационной модели потока создания // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 358-360.
5. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. О проектировании цифрового двойника системы нефтепродуктообеспечения // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 5. С. 161-164.
6. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казань, 2019. С. 37-42.
7. Смирнов Ю.Н., Фатыхов Р.И. Об информационной безопасности промышленных предприятий в условиях цифровизации // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казань, 2019. С. 43-46.

УДК 004.7:65.012.4

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАК КОМПОНЕНТА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

Смирнова Наталья Сергеевна[1,2]
[1]УВО «Университет управления «ТИСБИ», Казань, Россия
[2]ФГБОУ «КНИТУ-КАИ», Казань, Россия
smirnova091223@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается значимость цифровых двойников предприятий как инструментов повышения эффективности деятельности предприятия. Информационные системы управления являются ключевым элементом цифровых двойников предприятия и играют важную роль в сборе, хранении, анализе и представлении данных о предприятии. Проводится обзор основных компонентов информационных систем управления и их взаимосвязь с другими элементами цифровых двойников предприятий.

Ключевые слова: цифровой двойник, информационные системы управления, оптимизация, бизнес-процессы, виртуальная модель, сбор данных, анализ данных, представление данных, эффективность, обработка информации, программное обеспечение.

COMPONENTS OF THE ENTERPRISE DIGITAL TWIN: MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS

Smirnova Natalia Sergeevna[1,2]
[1]UVO «TISBI University of Management», Kazan, Russia
[2]KNRTU–KAI, Kazan, Russia
smirnova091223@mail.ru

Abstract. The article examines the importance of digital twins of enterprises as tools to improve the efficiency of an enterprise. Management information systems are a key element of an enterprise's digital counterparts and play an important role in collecting, storing, analyzing and presenting enterprise data. The review of the main components of information management systems and their relationship with other elements of digital counterparts of enterprises is carried out.

Keywords: digital twin, management information systems, optimization, business processes, virtual model, data collection, data analysis, data presentation, efficiency, information processing, software.

В современном мире цифровые двойники предприятий становятся все более важными инструментами для оптимизации бизнес-процессов и улучшения управления. Одним из ключевых компонентов цифровых двойников

являются информационные системы управления, которые играют решающую роль в сборе, анализе и представлении данных о предприятии. В данном докладе мы рассмотрим основные компоненты информационных систем управления, их роль в формировании цифровых двойников предприятий и способы оптимизации их работы для повышения эффективности бизнеса [1-6].

Цифровой двойник – это программное обеспечение различных инструментов поддержки деятельности предприятия и моделирование его деятельности [6].

Использование цифровых двойников на предприятии решает следующие задачи:

1. Объемно-календарное планирование по всем бизнес-процессам.
2. Управление цепями создания стоимости и их оптимизация.
3. Исследование различных сценариев реализации бизнес-процессов при помощи методов имитационного моделирования.
4. Снизить риски в деятельности предприятия, в том числе производственные, финансовые, управленческие.
5. Повысить конкурентоспособность и прибыльность бизнеса за счет лучшей адаптации деятельности к рыночным условиям.
6. Строить долгосрочные сценарий развития компании или продукта.

Исходя из описанных решаемых задач можно выявить преимущества использования цифровых двойников: уменьшение затрат на производство, сокращение времени выхода на рынок, прогнозируемое диагностическое обслуживание, оперативное реагирование, снижение угроз безопасности.

Современное понимание информационной системы предполагает использование в качестве основного технического средства переработки информации персонального компьютера.

Схему работы информационной системы можно представить в виде схемы (рис. 1), состоящей из блоков:

– ввод информации из внешних или внутренних источников;

– обработка входной информации и представление ее в удобном виде;

– вывод информации для представления потребителям или передачи в другую систему;

– обратная связь – это информация, переработанная людьми данной организации для коррекции входной информации.

– Работа информационных систем заключается в обслуживании двух потоков информации: входного потока и выходного. Как правило, информационная система обрабатывает входной поток и полученные результаты выдает как выходной поток. Поскольку главная задача информационной системы – решение задач бизнес-процессов, система должна быть устроена так, чтобы в любой момент времени она дает решение задач на

основе актуальных данных. Таким образом информационная система постоянно взаимодействует с базой данных и знаний о предприятиях, состоянии процессов, продуктах.

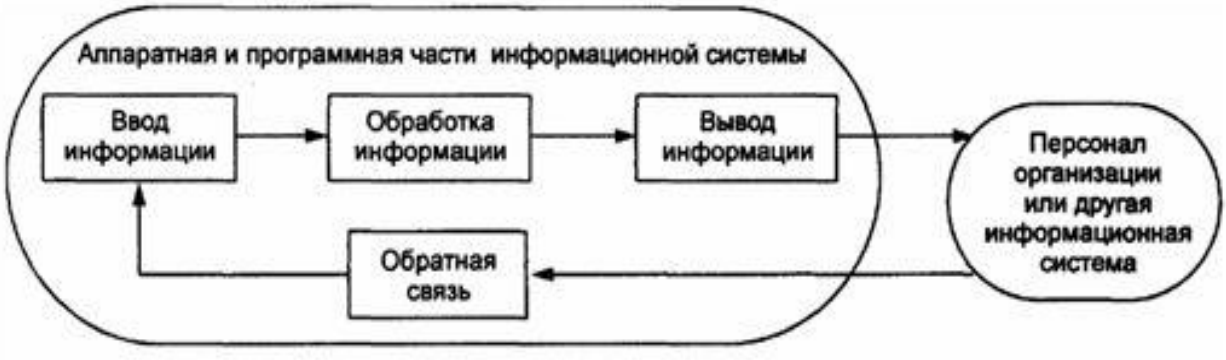


Рис. 1. Процессы в информационной системе

Общую структуру информационной системы можно рассматривать как совокупность подсистем независимо от сферы применения. Таким образом, структура любой информационной системы может быть представлена совокупностью следующих подсистем:

1. Информационное обеспечение – совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации, схем информационных потоков, циркулирующих в организации, а также методология построения баз данных.

2. Техническое обеспечение – комплекс технических средств, предназначенных для работы информационной системы, а также соответствующая документация на эти средства и технологические, процессы.

3. Программное обеспечение включает в себя совокупность программ решения задач подсистем

4. Математическое обеспечение – совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых в системе [6, 7].

5. Правовое обеспечение – совокупность правовых норм, регламентирующих создание и функционирование информационной системы, порядок получения, преобразования и использования информации;

6. Организационное обеспечение – комплекс решений, регламентирующих процессы создания и функционирования как системы в целом, так и ее персонала.

Информационные системы играют ключевую роль в формировании и поддержании цифрового двойника предприятия [8]. Цифровой двойник представляет собой виртуальную модель предприятия, которая отражает его бизнес-процессы, операции, структуру и другие характеристики в цифровой форме. Взаимосвязь информационных систем с другими компонентами цифрового двойника предприятия может быть описана следующим образом:

1. Сенсорные устройства и IoT: Информационные системы могут взаимодействовать с сенсорными устройствами и системами Интернета вещей (IoT), собирая данные о производственных процессах, оборудовании, продукции и других аспектах деятельности предприятия. Эти данные могут быть использованы для обновления цифрового двойника с актуальной информацией.

2. Информационные системы могут интегрироваться с автоматизированными системами управления технологическими процессами, обеспечивая обмен данными о заказах, производственных операциях.

3. Информационные системы могут использовать данные из аналитических систем и систем искусственного интеллекта (ИИ) для анализа и прогнозирования бизнес-процессов, принятия решений и оптимизации деятельности предприятия [9].

4. CRM и ERP системы: Информационные системы могут интегрироваться с системами управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) и планирования ресурсов предприятия (ERP) для обмена данными о клиентах, заказах, поставках, финансах и других аспектах бизнеса. Это помогает создать полное представление о деятельности предприятия в цифровом виде.

5. Облачные сервисы и цифровые платформы: Информационные системы могут использовать облачные сервисы и цифровые платформы для хранения данных, обработки информации, обеспечения безопасности и масштабируемости. Это позволяет создавать гибкие и эффективные цифровые двойники предприятий.

В целом, информационные системы тесно взаимодействуют с другими компонентами цифрового двойника предприятия, обеспечивая его создание, поддержание и оптимизацию. Важно строить интегрированные информационные системы, способные эффективно работать вместе с другими технологическими решениями для достижения цифровой трансформации предприятия [10].

Источники

1. Смирнов Ю.Н. Цифровое предприятие на основе имитационной модели потока создания стоимости // Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева, 2018. № 4.

2. Смирнов Ю.Н. Основы проектирования и разработки цифровых платформ предприятий // Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева, 2018. №3. С. 155-161.

3. Смирнов Ю.Н. Методы проектирования и разработки цифровых платформ предприятий // Новые технологии, материалы и оборудование в энергетике. Казань, 2018. Т. 1. С. 25-42.

4. Смирнов Ю.Н. Цифровое предприятие как основа повышения эффективности деятельности нефтяных компаний // Новые технологии, материалы и оборудование в энергетике. Казань, 2018. Т. 1. С. 43-57.

5. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 207-210.

6. Смирнов Ю.Н., Каляшина А.В. Математическая модель оптимизации деятельности для цифровой системы управления предприятием // Научно-технический вестник Повольжья. 2023. № 11. С.119-122.

7. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. Цифровое предприятие как модель потока создания стоимости // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: Национальная (с международным участием) научно-практическая конференция. Казань, 2022. С. 118-121.

8. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

9. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

10. Сафина К.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: Облачные технологии // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 494-497.

УДК 519.6, 004.891.3, 519.254

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ LSTM-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ВИБРОНАГРУЗОК В СОСТАВЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Степанов Константин Дмитриевич[1], Дружинина Ольга Валентиновна[2],
[1] РУТ (МИИТ), г. Москва, Россия
[2] ФИЦ ИУ РАН, ИПУ РАН, г. Москва, Россия
[1]sksteps@mail.ru, [2]ovdruzh@mail.ru

Аннотация. В статье представлен подход к прогнозированию вибрационных воздействий транспортных потоков на объекты городской инфраструктуры с использованием рекуррентных нейронных сетей (RNN) архитектуры LSTM. Обоснована целесообразность применения таких моделей в задачах предсказания пиковых значений вибрации и оценки риска превышения допустимых уровней. Рассмотрены этапы подготовки временных рядов, архитектура нейросетевой модели и возможности интеграции в программный комплекс Vibcalc. Приведены примеры анализа данных с акселерометров и алгоритмы формирования автоматизированных предупреждений.

Ключевые слова: вибрационные воздействия, временные ряды, прогнозирование, LSTM сети, интеллектуальные системы, транспортная инфраструктура.

POTENTIAL APPLICATIONS OF LSTM MODELS FOR ASSESSING AND FORECASTING TRANSPORT-INDUCED VIBRATIONAL LOADS WITHIN DIGITAL TWINS

Stepanov Konstantin Dmitrievich[1], Druzhinina Olga Valentinovna[2]
[1] RUT (MIIT), Moscow, Russia
[2]FRC CSC RAS, ICS RAS, Moscow, Russia
[1]sksteps@mail.ru, [2]ovdruzh@mail.ru

Abstract. This paper presents an approach to predicting vibration impacts from transport flows on urban infrastructure using Long Short-Term Memory (LSTM) recurrent neural networks (RNNs). The feasibility of applying such models for peak vibration forecasting and risk assessment of threshold exceedance is substantiated. The article describes the stages of time series preprocessing, the architecture of the neural network model, and its integration into the Vibcalc software system. Examples of accelerometer data analysis and algorithms for generating automated warnings are provided.

Keywords: vibration impact, time series, forecasting, LSTM networks, intelligent systems, transport infrastructure.

Современные транспортные системы создают значительные динамические нагрузки на объекты городской инфраструктуры. В условиях высокой плотности движения и стесненной застройки особенно актуальна задача оценки и прогноза вибрационных воздействий. Нарушение значений, установленных в нормативной документации [1, 2], может привести к повреждениям зданий, отказам инженерных систем и аварийным ситуациям. Такие воздействия особенно выражены в зонах, прилегающих к метрополитену, железнодорожным магистралям, мостам, путепроводам и тоннелям.

В условиях цифровизации инфраструктуры все большее значение приобретают цифровые двойники – виртуальные модели физических объектов, позволяющие в режиме реального времени отслеживать их состояние, моделировать поведение под различными нагрузками и прогнозировать риски [3]. Интеграция моделей оценки вибрационных воздействий, в том числе на основе нейросетей [4], в состав цифрового двойника дает возможность комплексной диагностики и принятия решений, направленных на снижение рисков и продление срока службы сооружений. становится важным направлением при разработке комплексных цифровых решений в строительстве и эксплуатации инфраструктурных объектов. Цифровой двойник позволяет не только отображать текущие параметры, но и прогнозировать развитие событий, используя данные от сенсоров, расчётные модули и интеллектуальные модели.

Среди преимущества использования рекуррентных нейронных сетей, относящихся к типу LSTM, следует отметить обработку последовательных данных, управление зависимостями короткой и долгой памаяти, устойчивость к шуму во входных данных, поддержку параллельных вычислений [5]. На основе результатов, полученных от LSTM-моделей, цифровой двойник может адаптировать поведение объекта, моделировать его отклик на гипотетические сценарии и предлагать управляющие воздействия, направленные на снижение рисков и предотвращение аварий [6].

Разработанная LSTM-модель встраивается в программный комплекс Vibcalc [7] как модуль прогнозирования. Vibcalc представляет собой инструмент для анализа и визуализации вибрационных воздействий на объекты инфраструктуры на основе как реальных измерений, так и расчетных сценариев. Модель подключена к модулю обработки акселерометрических данных, которые поступают в виде временных рядов от системы датчиков, установленных на ключевых элементах конструкций.

Обработка новых вибрационных данных от датчиков выполняется с помощью модуля прогнозирования на базе LSTM. Он автоматически активируется и вычисляет ожидаемые значения виброускорений на ближайшем временном участке. Полученные прогнозные данные немедленно сопоставляются с предельными значениями, установленными в действующих

нормативных документах. При выявлении превышения допустимых уровней система формирует предупреждение с указанием времени, амплитудных характеристик и возможной зоны критического воздействия.

Сценарий применения новых данных о характеристиках вибрации, обрабатывается автоматически при поступлении новой порции данных происходит автоматический вызов LSTM-модуля, который выдает прогноз пиковых значений виброускорений на заданном временном интервале. Эти прогнозы сравниваются с предельно допустимыми значениями, заданными нормативными документа. В случае превышения порога формируется предупреждение с указанием времени, амплитуды и предполагаемого участка опасного воздействия.

Дополнительно результаты прогнозов передаются в блок визуализации. Там формируются графики временных рядов, спектров частот и тепловые карты распределения нагрузки по конструктивным узлам. Прогнозируемые данные также используются для автоматического формирования заключения о степени риска: «норма», «контроль», «превышение», что удобно для включения в отчеты.

В Vibcalc реализована возможность «обратного анализа»: если на предыдущих интервалах наблюдалось превышение пределов, модель позволяет оценить скорость накопления повреждающего эффекта и предложить меры — от усиления виброизоляции до временного ограничения нагрузки.

В качестве примера рассмотрены натурные данные с акселерометров, установленных на опоре путепровода, по которому проходит трамвайная линия [8]. Анализировались фрагменты длительностью по 5 секунд, при этом пиковое значение виброускорения составило 4.8 м/с² при допустимом пороге 4.0 м/с². После подачи данных в Vibcalc, система классифицировала событие как «превышение», что сопровождалось рекомендацией проведения инструментального контроля. Получены прогнозные результаты по предсказала возможному превышению повторно на схожем интервале при аналогичных условиях движения. Результаты такого типа позволяют оперативно принять решение о снижении скорости проезда транспорта.

Интеграция LSTM-моделей в программный комплекс Vibcalc позволяет создать интеллектуальный модуль прогнозирования, способный в реальном времени анализировать вибрационные сигналы и формировать предупреждения об опасных воздействиях. Система расширяется за счет новых функций визуализации, базы нормативных данных и возможности взаимодействия с экспертными модулями [9, 10]. Перспективным направлением исследований является анализ и прогнозирование в условиях переменных вибронагрузок и разработка интеграционных инструментов для встраивания в системы мониторинга транспортной инфраструктуры.

Источники

1. ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997). Межгосударственный стандарт «Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека». М., 2004.

2. СП 465.1325800.2019 Здания и сооружения. Защита от вибрации метрополитена. Правила проектирования. М., 2019.

3. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт // Научный редактор А. Боровков. М.: ООО «АльянсПринт», 2020.

4. Сивицкий Д.А. Анализ опыта и перспектив применения искусственных нейронных сетей на железнодорожном транспорте // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2021. № 2 (57) С. 33-41.

5. Ghojogh B., Ghodsi A. Recurrent Neural Networks and Long Short-Term Memory Networks: Tutorial and Survey//arXiv: 2304.11461v1, 2023. PP. 15.

6. Шарова В.О. Применение LSTM-моделей в задачах моделирования и прогнозирования геометрии рельсовой колеи // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2024. № 2 (82). С. 89-97.

7. Петров А.А., Степанов К.Д., Дружинина О.В. Программа для ЭВМ «Программа для моделирования пространственных взаимодействий инфраструктурных объектов в зонах повышенной вибрации». Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ №2025611332 от 17.01.2025 г.

8. Цукерников И.Е., Шубин И.Л., Невенчанная Т.О., Тихомиров Л.А. Прогнозирование вибрации рельсового транспорта в помещениях жилых и общественных зданий // NOISE Theory and Practice. 2023. № 2(33). С. 82-93.

9. Степанов К.Д., Дружинина О.В. Разработка алгоритмического обеспечения для оценки влияния вибрационных воздействий транспортных средств на объекты городской инфраструктуры // Нелинейный мир. 2023. Т. 21. № 4. С. 46-54.

10. Степанов К.Д., Дружинина О.В., Петров А.А. Анализ моделей и разработка программного комплекса для оценки влияния вибрационных воздействий транспортных средств на объекты городской инфраструктуры // Нелинейный мир. 2024. Т. 22. №1. С. 5-14.

УДК 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Степанова Виктория Евгеньевна, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
stepanovav581@gmail.com

Аннотация. В статье проанализированы основные направления применения технологий 3D-печати в энергетике. Приведены примеры использования данного метода. Выявлены основные перспективы развития 3D-печати в энергетической отрасли, ее преимуществам и текущие ограничения. Сделан вывод об их возможностях.

Ключевые слова: 3D-печать, энергетика, проектирование, электротехнические устройства, гибридные материалы.

APPLICATION OF 3D PRINTING TECHNOLOGY IN THE ENERGY SECTOR

Stepanova Viktoria E., Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
stepanovav581@gmail.com

Abstract. The article analyzes the main directions of application of 3D printing technologies in the energy sector. Examples of using this method are given. The main prospects for the development of 3D printing in the energy industry, its advantages and current limitations have been identified. A conclusion is made about their capabilities.

Keywords: 3D printing, energy sector, design, electrical devices, hybrid materials.

Сегодня энергетическая отрасль сталкивается с необходимостью внедрения современных технологий для повышения эффективности производства, снижения затрат и перехода к устойчивой энергетике. 3D-печать, обладающая уникальными возможностями кастомизации и создании сложных структур, активно интегрируется в производство энергетического оборудования. Ее применение охватывает проектирование электротехнических устройств, модернизацию энергосистем, создание высокоэффективных электронных компонентов и разработку материалов нового поколения. Использование 3D-печати радикально меняет подход к проектированию электротехнических устройств. Традиционном методы часто ограничивают сложность внутренних структур, что критично для теплообменников, трансформаторов и катушек индуктивности. 3D-печать позволяет создавать устройства с оптимизированными каналами охлаждения и слоистыми обмотками, что повышает их энергоэффективность на 15–20%. Например,

использование селективного лазерного спекания (SLS) для изготовления медных катушек сокращает потери на вихревые токи благодаря точному контролю формы проводников [1]. Кроме того, аддитивные технологии (АТ) способствуют миниатюризации устройств. 3D-печатные антенны и сенсоры для умных сетей (рис. 1) обладают повышенной чувствительностью и компактностью (рис. 1). Это важно для мониторинга энергопотоков в режиме реального времени [2].

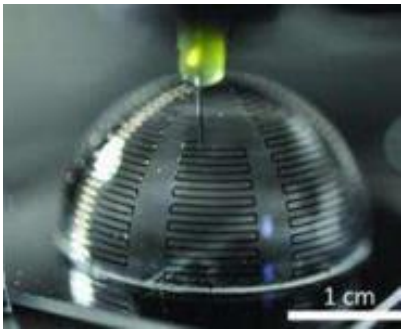


Рис. 1. Конформная 3D печать электрически малых антенн на выпуклой и вогнутой поверхностях

Внедрение АТ в энергетику охватывает как традиционные, так и альтернативные источники энергии. 3D-печать используется для ремонта и модернизации оборудования тепловых и атомных электростанций. Например, компания Siemens Energy применяет технологию Directed Energy Deposition (DED) для восстановления лопаток турбин, что продлевает их срок службы на 30%. В области возобновляемой энергетики 3D-печать позволяет создавать легкие и прочные конструкции ветрогенераторов. Так, печать лопастей из армированных полимеров помогает снижать их массу на 25%, что увеличивает КПД установок. Для солнечной энергетики перспективным направлением является печать фотоэлектрических элементов с графеновыми покрытиями, улучшающими поглощение света [3]. Развитие 3D-печати в электронике открывает новые возможности для энергетики. АТ позволяют изготавливать многослойные печатные платы с интегрированными теплоотводами, что критично для преобразователей частоты и систем управления энергопотоками. Технология Multi Material Jetting (MMJ) обеспечивает печать проводящих и изолирующих слоев в едином цикле, сокращая время сборки устройств на 50%. Ещё одним прорывом стало создание 3D-печатных суперконденсаторов с пористыми электродами. Их ёмкость на 40% выше аналогов благодаря увеличенной площади поверхности, что важно для систем накопления энергии.

На сегодняшний день существуют несколько перспектив развития технологий 3D-печати в энергетике. Во-первых, это создание гибридных материалов. Например, разработка композитов с углеродными нанотрубками для солнечных панелей, которые повышают КПД преобразования света до 28%.

Также, 3D-печать многослойных топологических изоляторов для электронных устройств, обеспечивающих снижение потерь энергии на 20% за счет минимизации паразитных емкостей. Во-вторых, роботизация. Интеграция роботизированных комплексов 3D-принтеров обеспечивает печать крупногабаритных конструкций, например опоры ЛЭП. В-третьих, цифровизация. Использование цифровых двойников способствует оптимизации параметров печати и прогнозирует износ деталей [4]. Однако на данном этапе существуют препятствия, которые мешают полному внедрению технологий трёхмерной печати. Среди них особенно выделяется проблема высокой стоимости оборудования и материалов. Промышленные 3D-принтеры для металлов стоят от 500 тыс до 2 млн, а специализированные материалы (например, порошки кобальт-хромовых сплавов) — до $500 за кг. Для небольших энергетических компаний это делает технологию нерентабельной. Также выделяют сложности интеграции современного метода в существующие процессы. 3D-печать требует перепроектирования компонентов под АТ, что часто вступает в конфликт с устаревшей инфраструктурой энергопредприятий. Например, замена литых узлов на печатные может потребовать модернизации систем крепления.

Таким образом, применение технологий 3D-печати в энергетической отрасли трансформирует подходы к производству и проектированию. Современные методы могут применяться в проектировании электротехнических устройств, модернизации энергооборудования и создании инновационных материалов. Дальнейшее развитие требует решения технических и регуляторных вопросов, но потенциал технологий 3D методов очевиден.

Источники

1. Фархутдинов М.М. Проектирование электротехнических устройств с применением технологии 3D-печати // М.: Энергоиздат, 2021. С. 154.

2. Добрынин С.П. Применение 3D-печати для создания высокоэффективных электронных компонентов // Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ». 2024. Т. 1. № 1 (70). С. 238–247.

3. Траскевич Д.И. 3D-печать в энергетике // Вестник энергетики. 2022. № 4. С. 45-52.

4. Шарафутдинова Д.Ш., Шарипов И.И. 3D-печать как новое научно-техническое направление // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 664-667.

УДК 629.12

АВТОНОМНОЕ СУДОХОДСТВО: РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Тихонов Николай Федорович
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия
ds2585@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено автономное судоходство, которое становится все более актуальным и не может обойтись без применения искусственного интеллекта, который играет ключевую роль в разработке систем, позволяющих судам передвигаться без экипажа, что открывает новые возможности для судоходной отрасли. Это не только снижает затраты на оплату труда, но и минимизирует человеческий фактор, который часто становится причиной аварий и инцидентов на воде. Создание цифровых двойников для моделирования энергетических систем является еще одной важной областью. Цифровые двойники позволяют в реальном времени отслеживать состояние судовых энергетических установок, проводить анализ их работы и моделировать различные сценарии, что способствует более эффективному управлению и принятию обоснованных решений.

Ключевые слова: технология, автономные суда, энергопотребление, метод, искусственный интеллект, машинное обучение, цифровые двойники, оптимизация, эффективность.

AUTONOMOUS NAVIGATION: THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DIGITAL TWINS: MODELING ENERGY SYSTEMS

Tikhonov Nikolai Fedorovich
I.N. Ulyanov CHSU, Cheboksary, Russia
ds2585@mail.ru

Abstract. The article examines autonomous navigation, which is becoming increasingly relevant and cannot do without the use of artificial intelligence, which plays a key role in the development of systems that allow ships to move without a crew, which opens up new opportunities for the shipping industry. This not only reduces labor costs, but also minimizes the human factor, which often causes accidents and incidents on the water. The creation of digital counterparts for modeling energy systems is another important area. Digital twins allow real-time monitoring of the state of marine power plants, analyzing their operation and modeling various scenarios, which contributes to more efficient management and informed decision-making.

Keywords: technology, autonomous vessels, energy consumption, method, artificial intelligence, machine learning, digital twins, optimization, efficiency.

Автономное судоходство представляет собой одну из самых значительных эволюций в области судоходства, и роль искусственного интеллекта в этой трансформации трудно переоценить. Искусственный интеллект (ИИ) становится неотъемлемой частью систем, обеспечивающих автономную навигацию и управление суднами, предлагая новые подходы к проектированию и функционированию судовых энергетических установок (СЭУ) [1, 2, 3].

Цель исследования – перспективы развития ИИ в управлении судовыми энергетическими установками, а также возможные направления для будущих исследований.

Материал и методы исследования.

Основная задача автономных судов заключается в обеспечении безопасного и эффективного передвижения по водным путям без непосредственного участия человека. В этом контексте ИИ помогает в обработке огромного объема данных, получаемых от различных сенсоров, включая радары, камеры, GPS и другие навигационные устройства. Эти системы собирают информацию о состоянии окружающей среды, включая погодные условия, движение других судов и поддержку навигационных заданий. Использование ИИ позволяет быстро обрабатывать эти данные и делать обоснованные решения в реальном времени.

Важным аспектом автономного судоходства является способность предсказывать и минимизировать риски, связанные с навигацией. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать исторические данные о движении судов, а также информацию о реальных условиях на маршруте. Это позволяет не только предотвратить столкновения, но и оптимизировать маршрут с учетом различных факторов, таких как экономия топлива, время в пути и запасные пути.

Другим значительным направлением является управление энергопотреблением на борту. Автономные судна обладают потенциалом для более эффективного использования энергетических ресурсов за счет ИИ. Динамическое управление работой энергетических установок позволяет автоматически регулировать нагрузки, минимизируя расход топлива и снижая выбросы вредных веществ в атмосферу. ИИ успешно применяются для прогнозирования потребностей в энергии на основе анализа предыдущих маршрутов, состояния нагрузки и погодных условий.

В контексте разработки новых судовых технологий, ИИ служит катализатором создания интеллектуальных систем управления, которые могут адаптироваться к изменениям во внешней среде. Это становится особенно важно при взаимодействии с другими судами и ответными системами на берегу. Искусственный интеллект позволяет автоматизировать обмен данными

и совместное принятие решений, что открывает новые горизонты в обеспечении безопасности и эффективности морских перевозок.

Параллельно с развитием автономного судоходства возникают проблемы, требующие внимания. Эти технологии должны учитывать высокие стандарты безопасности и обязательно проходить тестирование в реальных условиях. Необходимость разработки надежных алгоритмов для предотвращения аварийных ситуаций стоит на первом месте. Сложные сценарии, такие как сбой сенсоров или нарушение связи, требуют от систем гибкости и способности адекватно реагировать на нестандартные ситуации.

Правовые и этические аспекты автономного судоходства также требуют глубокого анализа. Вопросы ответственности за действия автономных систем и необходимость разработки новых норм регулирования становятся актуальными. Эти вопросы должны быть решены прежде, чем автономные суда станут повседневной реальностью.

Переход к автономному судоходству также требует изменений в образовательных программах и подготовке кадров. Специалисты должны быть готовы работать с новыми технологиями и понимать принципы работы систем ИИ. Обучение и повышение квалификации станут ключевыми для успешной интеграции новых подходов в морскую отрасль.

На горизонте будущего, применение ИИ в автономном судоходстве продолжает развиваться. Ожидается, что улучшения в алгоритмах машинного обучения и вычислительных способностях приведут к созданию более совершенных и надежных автономных систем. Это не только сможет повысить уровень безопасности и эффективность транспортировки, но и значительно улучшить устойчивость морского сообщения к внешним вызовам, таким как изменение климата и увеличение нагрузки на морские пути.

Интеграция ИИ в управление судовыми энергетическими установками и внедрение автономных систем имеют огромный потенциал для сокращения затрат и повышения уровня обслуживания в сфере судоходства. Процесс преобразования потребует времени и совместных усилий со стороны инновационных компаний, регуляторов и разработки учебных программ, что в конечном итоге сделает судоходство более безопасным, предсказуемым и эффективным.

Результаты исследования и их обсуждение.

Цифровые двойники: моделирование энергетических систем.

Цифровые двойники представляют собой важный инструмент для моделирования и анализа работы судовых энергетических установок. Они позволяют визуализировать, тестировать и оптимизировать реальные системы, снижая необходимость в дорогостоящих физических испытаниях и обеспечивая возможность предсказания поведения оборудования в различных условиях.

Основная суть цифрового двойника заключается в том, что он является динамической, виртуальной репликой физической системы, учитывающей все её характеристики и поведенческие модели [4, 5, 6].

Создание цифрового двойника судовой энергетической установки начинается с детального сбора данных о её элементах: двигателях, генераторах, системах охлаждения и других подсистемах. Затем на основе этих данных формируется математическая модель, отражающая взаимодействие всех компонентов и их отклик на различные воздействия. За счет применения методов машинного обучения и искусственного интеллекта возможно автоматическое обновление модели в реальном времени, что позволяет учитывать изменения, связанные с эксплуатационными условиями и износом оборудования.

Использование цифровых двойников в процессе управления судовыми энергетическими установками предоставляет возможность имитации различных сценариев. Например, судно может столкнуться с различными морскими условиями, изменениями нагрузки и другими факторами, которые могут повлиять на его работу. С помощью цифрового двойника можно протестировать, как изменения в работе турбины или генератора повлияют на общую эффективность установки. Это исключает неоправданные риски, так как позволяет провести все необходимые испытания без угрозы для реального оборудования.

Перспективное развитие цифровых двойников связано с интеграцией данных из различных источников, включая датчики и системы навигации. Такие системы позволят в реальном времени оценивать эффективность работы энергетической установки и предлагать оптимизационные решения. Например, путем анализа показателей работы в разные временные промежутки можно выявить закономерности, которые в дальнейшем помогут в планировании технического обслуживания. Внедрение IoT-устройств в судовые энергетические установки только ускорит этот процесс, предоставляя дополнительную информацию о состоянии оборудования.

Моделирование на основе цифровых двойников имеет бесценное значение в обучении персонала, отвечающего за управление судовыми энергетическими установками. Новички могут безопасно изучать поведение установки при различных режимах работы и в критических ситуациях, что снижает риск ошибок в реальных условиях. Это также позволяет опытным специалистам проводить анализ действий в условиях, которые сложно воссоздать на практике.

Тем не менее, существуют и определенные проблемы, связанные с применением цифровых двойников. Главным образом, это сложности в сборе и обработке огромных массивов данных, необходимых для создания точной

модели. Совершенствование технологий в области хранения и анализа данных, а также внедрение более продвинутых алгоритмов машинного обучения, поможет преодолеть эти сложности.

Также важно отметить, что успешное применение цифровых двойников в судовых энергетических системах требует взаимодействия различных специалистов: инженеров, программистов и операторов. Создание междисциплинарных команд приведет к более комплексному подходу к внедрению технологий и повышению их эффективности.

Объединение цифровых двойников с системами автоматизации и управления предоставит возможность более гибко реагировать на изменения в работе судовых энергетических установок. Подобные системы смогут не только предсказывать неисправности, но и самостоятельно вносить изменения в работу установки на основе полученных данных. Это сделает управление более гибким и эффективным, значительно сокращая время реакции на изменения [7, 8, 9].

Создание цифрового двойника может быть предварительным этапом перед полным переходом к автономным системам управления. В перспективе интеграция технологий на основе цифровых двойников и искусственного интеллекта может привести к революции в управлении судовыми энергетическими установками, сделав их более безопасными и эффективными. Внедрение таких систем содержит в себе огромный потенциал для повышения энергоэффективности, повышения надежности и снижения эксплуатационных затрат.

Разработка и внедрение цифровых двойников в судовых энергетических системах требует обширных исследований и инвестиций, однако результаты, которые можно получить, могут значительно превзойти затраты. С течением времени, когда технологии будут совершенствоваться, а вопросы безопасности и надежности будут решены, цифровые двойники займут центральное место в управлении судовыми энергетическими установками, открывая новые горизонты для их эксплуатации.

Источники

1. Кондратьев С.И., Студеникин Д.Е., Джавукцян М.Л., Глимбоцкий В.В. Способ и система контроля местоположения судна с помощью нечеткой логики. Патент на изобретение RU 2678762 C1, 31.01.2019. Заявка № 2018105412 от 13.02.2018.

2. Епихин А.И., Кондратьев С.И. Искусственный интеллект, перспективы применения в управлении судовыми энергетическими установками // Эксплуатация морского транспорта. 2020. №4. С.95-99.

3. Тихонов Н.Ф., Шумихина Е.Г. Концепция «интеллектуального двигателя» // Наука и образование в эпоху перемен: перспективы развития, новые парадигмы: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 2022. Т. 1. С. 231-233.

4. Соловьев А.В. О цифровых технологиях на флоте // Речной транспорт (XXI век). 2020. №1(93). С. 43-44.

5. Тимофеев В.Н., Тихонов Н.Ф. Модернизация систем наддувочного воздуха судовых дизелей // Наука. Исследования. Практика: сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 2021. С. 89-94.

6. Малюченко В.К. Принципиальная взаимосвязь технологий «Физического интернета», «Цифровых двойников» и «Интернета вещей» // Логистика – евразийский мост: Материалы XVII Международной научно-практической конференции, Красноярск, 2022. Т. 2. С. 151-154.

7. Калинин А.С. Интернет вещей. Принципы, технологии, перспективы развития // Молодой ученый. 2019. № 2 (240). С. 341-342.

8. Студеникин Д.Е., Бован С.Д., Хекерт Е.В., Модина М.А. Использование нейронных сетей для организации визуального наблюдения // Морские интеллектуальные технологии. 2019. № 4-3 (46). С. 91-95.

9. Тихонов Н.Ф., Шумихина Е.Г. Судовая автоматизация // Научные дискуссии в условиях мирового кризиса: новые вызовы, взгляд в будущее: Материалы V международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Ростов-на-Дону, 2022. Т. 2. С. 85-87.

УДК 681.5.015.3

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Туляков Тимур Фаритович
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», г. Санкт-Петербург, Россия
timur210600@icloud.com

Аннотация. Статья посвящена разработке информационной системы для мониторинга и диагностики состояния линий электропередач с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Рассматриваются ключевые компоненты системы, включая камеры, инфракрасные сенсоры и LiDAR для сбора данных, а также алгоритмы обработки информации с использованием машинного обучения и компьютерного зрения. Система позволяет эффективно выявлять повреждения в реальном времени, что ускоряет процесс диагностики и минимизирует риски. Также описываются преимущества БПЛА в энергетике и вызовы, связанные с эксплуатацией системы, включая погодные условия и автономность дронов.

Ключевые слова: мониторинг линий электропередач, беспилотные летательные аппараты, информационные системы, диагностика, обработка данных, энергетическая инфраструктура.

INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING AND DIAGNOSTICS OF POWER TRANSMISSION LINE CONDITION USING UNMANNED AERIAL VEHICLES

Tulyakov Timur Faritovich
Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia
timur210600@icloud.com

Abstract. The article is devoted to the development of an information system for monitoring and diagnostics of the state of power transmission lines using unmanned aerial vehicles (UAVs). The key components of the system are considered, including cameras, infrared sensors and LiDAR for data collection, as well as information processing algorithms using machine learning and computer vision. The system allows for effective detection of damage in real time, which speeds up the diagnostic process and minimizes risks. The advantages of UAVs in the energy sector and the challenges associated with the operation of the system, including weather conditions and the autonomy of drones, are also described.

Keywords: power line monitoring, unmanned aerial vehicles, information systems, diagnostics, data processing, energy infrastructure.

Мониторинг состояния линий электропередач является важнейшей частью обеспечения надежности и стабильности работы энергетических систем. В последние годы с увеличением масштабов энергетической инфраструктуры и усложнением технологий возникает необходимость в более точных и эффективных методах диагностики [1]. Традиционные методы мониторинга, такие как регулярные осмотры и использование наземных средств, не всегда позволяют своевременно выявить повреждения и дефекты, что приводит к увеличению времени простоя оборудования и потенциальным аварийным ситуациям. В связи с этим появляется острая необходимость в автоматизированных и высокоточных системах для мониторинга и диагностики, которые могут минимизировать человеческий фактор и повысить оперативность реагирования [2, 3].

Одним из перспективных решений в данной области являются БПЛА, которые с каждым годом становятся все более распространенными в различных сферах. Использование БПЛА позволяет не только значительно ускорить процесс обследования линий электропередач, но и повысить точность диагностики благодаря использованию современных сенсоров, таких как инфракрасные камеры, камеры высокого разрешения. Эти технологии дают возможность оперативно получать точные данные о техническом состоянии объектов и быстро реагировать на возникающие угрозы [4].

Целью данной работы является разработка информационной системы для мониторинга и диагностики состояния линий электропередач с использованием БПЛА. Предлагаемая система направлена на автоматизацию процесса сбора и обработки данных, а также на выявление и диагностику повреждений в реальном времени. В рамках работы будут рассмотрены ключевые компоненты системы, такие как выбор и интеграция сенсоров, алгоритмы обработки данных, а также особенности применения БПЛА в реальных условиях эксплуатации.

Информационная система для мониторинга и диагностики состояния линий электропередач.

Информационная система для мониторинга и диагностики состояния линий электропередач состоит из нескольких взаимосвязанных компонентов, каждый из которых выполняет конкретные функции для обеспечения эффективного мониторинга [5]. Все компоненты работают в единой связке, что позволяет в режиме реального времени получать точную информацию о состоянии инфраструктуры.

Первым компонентом системы является уровень сбора данных, который включает в себя беспилотные летательные аппараты, оснащенные различными сенсорами. Эти дроновые устройства предназначены для проведения регулярных полетов вдоль линий электропередач, что позволяет оперативно

собирать данные о техническом состоянии объектов [6]. На БПЛА устанавливаются камеры высокой четкости, инфракрасные камеры для термографического анализа и LiDAR-сенсоры для создания трехмерных моделей объектов. Камеры высокой четкости используются для визуальной диагностики, термографические для выявления перегрева на проводах и изоляторах, а LiDAR-сенсоры помогают создать детализированные 3D карты состояния объектов, выявляя деформации и отклонения.

На втором уровне, уровне передачи данных, собранные с дронов данные должны быть переданы на сервер для дальнейшей обработки. Для этого используется несколько типов связи, в зависимости от условий полета. В зонах с хорошим покрытием мобильных сетей применяется передача данных через 4G/5G, что позволяет обеспечивать высокоскоростную и надежную передачу. Для удаленных участков, где мобильная связь недоступна, используется спутниковая связь или Wi-Fi. Такой подход обеспечивает бесперебойную передачу данных даже в самых труднодоступных районах.

Далее, данные, полученные с сенсоров, проходят через уровень обработки и анализа. На этом уровне данные подвергаются предварительной обработке с применением современных алгоритмов машинного обучения и компьютерного зрения. Алгоритмы компьютерного зрения анализируют изображения, выявляя дефекты и повреждения, такие как обрыв проводов или трещины в изоляции [7]. Инфракрасные данные обрабатываются с использованием термографических алгоритмов, что позволяет оперативно выявлять перегрев проводов и других элементов линии. LiDAR-данные, в свою очередь, используются для построения трехмерных моделей, на которых можно точно измерять геометрические параметры объектов и выявлять возможные деформации или изменения положения.

Наконец, на последнем уровне — уровне визуализации и отчетности — информация представляется в удобном для анализа виде [8]. Для этого используется система географической информационной системы, которая отображает результаты анализа на карте с точными координатами поврежденных участков. Это позволяет специалистам точно локализовать проблему и оперативно принять меры. Интерфейс системы интуитивно понятен и предоставляет не только визуальную карту повреждений, но и детализированные отчеты с описанием проблемных участков и предложениями по ремонту.

Заключение.

Разработка и внедрение информационной системы для мониторинга и диагностики состояния линий электропередач с использованием беспилотных летательных аппаратов является важным шагом в повышении надежности и безопасности энергетической инфраструктуры. Система, описанная в работе,

демонстрирует значительные преимущества по сравнению с традиционными методами диагностики, такими как наземные осмотры и использование стационарных датчиков. Применение БПЛА позволяет не только ускорить процесс сбора данных, но и значительно повысить точность мониторинга, минимизируя человеческий фактор и риски, связанные с труднодоступными участками.

В рамках исследования была разработана архитектура системы, включающая в себя как аппаратные компоненты, так и программное обеспечение для обработки, хранения и анализа данных.

Система обеспечивает интеграцию полученных данных в реальном времени, что позволяет специалистам точно и быстро принимать решения по техническому обслуживанию и ремонту. Визуализация данных в виде интерактивных карт и отчетов дает возможность эффективно планировать и проводить ремонтные работы, минимизируя простои оборудования и сокращая затраты на обслуживание.

Однако, несмотря на значительные преимущества, существует ряд вызовов, которые требуют дальнейшего исследования и разработки. К ним можно отнести проблемы, связанные с устойчивостью работы системы в сложных погодных условиях, необходимостью обеспечения безопасности передачи данных и ограничениями в автономности работы БПЛА при длительных рейсах. Также необходимо продолжать работу по улучшению алгоритмов анализа данных, чтобы повысить точность диагностики и автоматизировать процессы принятия решений.

В перспективе, с развитием технологий беспилотных летательных аппаратов, а также улучшением методов обработки больших данных и искусственного интеллекта, системы мониторинга будут становиться все более эффективными и доступными для массового применения в энергетической отрасли. Это откроет новые возможности для оптимизации процессов эксплуатации и обслуживания инфраструктуры, снижая риски аварий и повышая безопасность энергетических сетей в целом.

Источники

1. Садыков М.Ф., Давлетшин Р.Р., Иванов Д.А. [и др.] Автоматизированная система низового осмотра подстанций с возможностью предиктивной аналитики состояния оборудования подстанций и ЛЭП // Kazan digital week – 2024: сборник материалов Международного форума, Казань, 2024. С. 392-398.

2. Сардалов И.А., Хажаев А.М.Х., Тагиров М.Б., Мусаев У.У. Использование квадрокоптеров в системах диагностики и мониторинга линий

электропередач // Молодежь, наука, инновации: Сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции, Грозный, 2022. С. 377-381.

3. Астафьева Д.В., Щемелева Ю.Б. Мониторинг состояния ЛЭП: инновационные решения // Молодёжный вестник Новороссийского филиала Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2022. Т. 2. № 1(5). С. 91-95.

4. Поляковский Д.В., Щемелева Ю.Б. Использование БПЛА при решении практических задач энергоснабжающей организации // Проблемы автоматизации. Региональное управление. связь и акустика: Сборник трудов XII Всероссийской научной конференции и молодежного научного форума, Геленджик, 2023. – С. 245-252.

5. Сабиров Р.Р. Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов для мониторинга линий электропередачи // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: Материалы XV Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции, Казань, 2020. С. 362-364.

6. Шпенст В.А., Морозова О.Ю., Белошицкий А.А. Сравнение отечественных беспилотных авиационных систем в качестве инструментов диагностики объектов электроэнергетики // Контроль. Диагностика. 2021. Т. 24. № 4(274). С. 58-63.

7. Boronko E.A., Ilyushin Yu.V., Ilyushina A.N. [et al.] Experimental study of the EMF of the Soderbergh electrolyzer using an information monitoring system // Modern Science and Innovations. 2024. № 3(47). PP. 9-19.

8. Tulyakov T., Afanaseva O. Development of a Methodology for Introducing Robotic Devices for Technical Inspection of Power Lines Based on Data Mining // II International Scientific Forum on Sustainable Development and Innovation (WFSDI 2023): Conference Proceedings, Porto, Portugal, 2024. PP. 2018-2026.

УДК 621.311.1:004.946

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Фахерлегаянов Рустем Расихович, Фетисов Леонид Валерьевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
f.rustam2001@yandex.ru

Аннотация. Работа посвящена исследованию возможностей применения технологии дополнительной реальности (AR) для улучшения проектирования электрических сетей. Рассмотрены ключевые преимущества AR, включая повышение точности и ускорение согласования проектных решений, а также методы решения проблемы точного позиционирования цифровых объектов в реальной среде. Анализированы основные препятствия внедрения, такие как высокая стоимость, дефицит специалистов и отсутствие стандартов. Результаты показывают, что AR может существенно повысить эффективность проектных процессов, обеспечивая новые возможности для мониторинга и управления сетями.

Ключевые слова: дополнительная реальность, проектирование электрических сетей, AR-технологии, визуализация, интеграция, энергетическая инфраструктура.

APPLICATION OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN DESIGNING ELECTRICAL NETWORKS

Fakherlegayanov Rustem Rasikhovich, Fetisov Leonid Valerevich
KSPEU, Kazan, Russia
f.rustam2001@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the possibilities of using augmented reality (AR) technology to improve the design of electrical networks. The key advantages of AR are considered, including increased accuracy and acceleration of approval of design solutions, as well as methods for solving the problem of precise positioning of digital objects in a real environment. The main barriers to implementation are analyzed, such as high cost, shortage of specialists and lack of standards. The results show that AR can significantly improve the efficiency of design processes, providing new opportunities for monitoring and managing networks.

Keywords: augmented reality, electrical network design, AR technologies, visualization, integration, energy infrastructure.

Технология дополнительной реальности (AR) становится всё более востребованной в проектировании электрических сетей, предлагая инструменты для повышения точности, эффективности и надёжности работ. AR

позволяет интегрировать цифровые модели с реальной средой, что открывает возможности для более точной визуализации проектных решений, улучшает согласование с заказчиком и упрощает последующее обслуживание объектов.

Одним из ключевых преимуществ AR является улучшение точности проектных данных: наложение цифровой модели на реальные объекты позволяет выявлять несоответствия и предотвращать ошибки. Это особенно важно на этапах планирования и моделирования, где AR помогает учитывать рельеф местности и расположение объектов инфраструктуры. Технология также ускоряет процесс согласования: визуализация проекта в реальной среде даёт заказчику ясное представление о будущих объектах, что упрощает обсуждение параметров и сокращает время на обратную связь. На этапе монтажа AR помогает рабочим следовать указаниям и избегать отклонений от проекта, а на этапе эксплуатации технология облегчает мониторинг состояния сетей, предупреждая потенциальные неисправности [1].

Внедрение AR сталкивается с определёнными трудностями, такими как высокая стоимость оборудования, необходимость точного позиционирования, отсутствие стандартов и дефицит квалифицированных специалистов. Однако развитие смежных технологий, таких как искусственный интеллект и Интернет вещей (IoT), может сделать AR более доступной и эффективной. В будущем AR имеет потенциал для улучшения всех этапов проектирования электрических сетей, делая их более надёжными, безопасными и экономичными.

Для применения технологии дополнительной реальности в проектировании электрических сетей необходимо учитывать её ключевые ограничения, такие как затраты на внедрение и потребность в специальном оборудовании, включая AR-устройства для визуализации и сложное программное обеспечение. Кроме того, для успешной интеграции AR требуются квалифицированные специалисты, обладающие навыками работы с данными технологиями и пониманием особенностей проектирования сетей [2].

Одной из проблем внедрения технологии дополнительной реальности является точность позиционирования объектов в реальной среде. Для того чтобы цифровая модель корректно отображалась поверх реального окружения, необходимы высокоточные данные о местоположении и стабильное качество GPS-сигнала. В условиях сложного рельефа или при наличии препятствий в окружающей среде может возникать потеря точности, что затрудняет корректное наложение AR-моделей и снижает точность проектных данных.

Чтобы решить эту проблему предлагается применить технологию визуального одометрического позиционирования, которая использует данные с камер AR-устройства для корректировки и уточнения положения цифровой модели относительно окружающей среды. Данная технология позволяет системе «узнавать» окружающую среду и корректировать положение объектов,

компенсируя отклонения, вызванные внешними факторами. Также для минимизации ошибок наложения применяется технология маркеров, устанавливаемых в ключевых точках рабочей зоны. Эти маркеры служат ориентиром для системы, обеспечивая более точную привязку объектов и улучшая совместимость модели с реальными условиями [3].

Принцип работы визуального одометрического позиционирования основан на обработке последовательных кадров, поступающих с камер, и отслеживании изменений положения характерных особенностей сцены, таких как углы, текстуры, линии и границы объектов. Эти ключевые точки анализируются с использованием алгоритмов сопоставления изображений, что позволяет вычислять вектор перемещения устройства относительно предыдущего положения. Для повышения точности применяется методика вычисления оптического потока, при которой анализируется смещение пикселей между последовательными кадрами, а также стереозрение, если система оснащена двумя или более камерами, обеспечивающими глубинное восприятие сцены. Использование данного метода позволяет специалистам эффективно накладывать трехмерные модели элементов инфраструктуры на реальную среду, минимизируя ошибки и улучшая точность проектных данных [4].

Таким образом, несмотря на существующие барьеры, технологии дополнительной реальности обладают значительным потенциалом для модернизации проектных процессов в энергетической отрасли. AR может повысить точность и надёжность электрических сетей, улучшив их эксплуатацию и повысив безопасность работ. С дальнейшим снижением стоимости и упрощением использования AR-технологий их внедрение станет доступным для большего числа компаний, способствуя развитию и повышению устойчивости энергетической инфраструктуры.

Источники

1. Азарян В.Н., Ефимов А.Н., Карпов А.В. Виртуальная и дополненная реальность: основы и практическое применение // М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2020.

2. Касьянов С.А., Миронов И.В. Технологии AR и VR в энергетике // Энергетическая инфраструктура России. 2021. № 4. С. 45-54.

3. Дополненная реальность в промышленности: примеры и перспективы [Электронный ресурс]. https://int-technology.ru/ar-industry, (дата обращения: 23.10.2024.)

4. Favalora G.E. Volumetric 3D displays and application infrastructure // Computer. 2005. 38. PP. 37-44

УДК 004.93;004.5

ПРОГРАММНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ: ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Фахерлегаянов Рустем Расихович, Фетисов Леонид Валерьевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
f.rustam2001@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу программных инструментов, используемых для разработки приложений дополнительной реальности (AR). Рассматриваются низкоуровневые библиотеки, а также комплексные платформы. Особое внимание уделяется автономным инструментам, позволяющим создавать AR-контент без необходимости программирования, а также системам быстрого прототипирования. В статье акцентируется значимость дальнейшего развития AR-инструментов для их эффективного применения в инженерии, промышленности, медицине и образовании.

Ключевые слова: дополнительная реальность, AR-инструменты, инженерия, компьютерное зрение, мобильные устройства

SOFTWARE TOOLS FOR DEVELOPING AUGMENTED REALITY APPLICATIONS: AN OVWERVIEW AND APPLICATION PROSPECTS

Fakherlegayanov Rustem Rasikhovich, Fetisov Leonid Valerevich
KSPEU, Kazan, Russia
f.rustam2001@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the analysis of software tools used for the development of augmented reality (AR) applications. It examines low-level libraries as well as comprehensive platforms. Special attention is given to standalone tools that enable AR content creation without the need for programming, as well as rapid prototyping systems. The article emphasizes the importance of further development of AR tools for their effective application in engineering, industry, medicine, and education.

Keywords: augmented reality, AR tools, engineering, computer vision, mobile devices.

Развитие технологий дополнительной реальности (AR) требует использования специализированного программного обеспечения, обеспечивающего обработку данных, отслеживание объектов, наложение цифрового контента и визуализацию. Помимо аппаратных устройств, таких как трекеры и дисплеи, ключевыми элементами AR-систем являются библиотеки

программирования, платформы и инструменты для разработки приложений. Программные инструменты для AR можно классифицировать на несколько категорий: низкоуровневые программные библиотеки, интеграционные платформы, и т.д.

Основные инструменты – это низкоуровневые программные библиотеки. Они обеспечивают базовые функции для отслеживания объектов и визуализации цифрового контента в AR-среде. Одной из наиболее известных библиотек является ARToolKit, разработанная Биллингхерстом и Като, которая поддерживает два основных метода работы: маркерное отслеживание и естественное отслеживание [1]. Первый метод основан на регистрации объектов с использованием специальных маркеров, а второй представляет собой усовершенствованный алгоритм, не требующий маркеров, но доступный только в коммерческой версии [2]. ARToolKit совместима с операционными системами Linux, Windows и macOS, написана на языке C и использует OpenGL для рендеринга. Для расширения функциональных возможностей ARToolKit применяются дополнительные библиотеки, такие как osgART, обеспечивающая связь между ARToolKit и OpenSceneGraph, что позволяет использовать продвинутые графические технологии визуализации.

Дополнительные программные решения, такие как Goblin XNA [3], предоставляют расширенные возможности для интеграции AR с физическими движками, видеозахватом и трехмерными пользовательскими интерфейсами. Платформа Studierstube [4] разработана специально для многопользовательских AR-приложений и поддерживает широкий спектр аппаратного обеспечения, включая AR-гарнитуры и настольные дисплеи.

Для создания AR-контента на мобильных устройствах применяются специализированные программные инструменты, использующие технологии компьютерного зрения и датчики окружающей среды. Одним из таких решений является Wikitude, который позволяет работать с анимацией, 3D-моделями и загружать AR-контент как в фирменное приложение Wikitude, так и в кастомные мобильные приложения. Кроме того, Wikitude поддерживает интеграцию с Unity через коммерческий плагин, что значительно упрощает разработку мобильных AR-приложений.

Для пользователей без опыта программирования разработаны автономные инструменты, которые позволяют создавать AR-сценарии посредством графического интерфейса. Эти инструменты обеспечивают базовую функциональность, такую как анимация, добавление интерактивных элементов и конструирование AR-сцен, не требуя написания кода. К ранним примерам подобных решений относятся AMIRE и CATOMIR, однако их поддержка была прекращена. Современные автономные инструменты обладают более широкими возможностями и удобными интерфейсами [5].

Системы быстрого прототипирования AR предназначены для ускоренного создания AR-приложений без необходимости детальной проработки всей функциональности на ранних этапах разработки. Одним из таких инструментов являлся Adobe Flash, который использовался для веб- и мобильных приложений. Однако после прекращения поддержки Flash в 2021 году разработчики перешли на альтернативные решения, такие как Microsoft Silverlight с библиотекой SLARToolKit, HTML5 и WebGL для создания веб-ориентированных AR-приложений. Также для разработки AR-функций были адаптированы JavaScript-фреймворки. Они позволяют реализовывать AR-функциональность без необходимости установки дополнительных плагинов, что делает их более удобными для кроссплатформенной разработки [6].

Таким образом, развитие технологий дополнительной реальности невозможно без специализированных программных инструментов, обеспечивающих трекинг, рендеринг и взаимодействие с пользователем. В современных AR-системах используются как низкоуровневые библиотеки, так и комплексные платформы для быстрого прототипирования и мобильных приложений. Дальнейшее усовершенствование AR-инструментов, а также интеграция с технологиями искусственного интеллекта и облачными вычислениями будут способствовать расширению возможностей AR и упрощению её внедрения в различные сферы, включая проектирование электрических сетей, промышленность, медицину и образование.

Источники

1. Fischler M.A., Bolles R.C. Random sample consensus: A paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography // Commun. ACM 1981. № 24. PP. 381-395.

2. Favalora G.E. Volumetric 3D displays and application infrastructure // Computer. 2005. № 38. PP. 37-44.

3. Köse H., Güner-Yildiz N. Augmented reality (AR) as a learning material in special needs education. Educ. Inf. Technol. 2021. № 26. PP. 1921-1936.

4. Schmalstieg D., Fuhrmann A., Hesina G., Szalavári Z., Encarnaçao L.M., Gervautz M., Purgathofer W. The studierstube augmented reality project // Presence Teleoperators Virtual Environ. 2002. №11. PP. 33–54

5. Линдеман Р.В., Сиберт Дж.Л., Хан Дж.К. На пути к пригодной для использования виртуальной реальности: эмпирическое исследование пользовательских интерфейсов для иммерсивных виртуальных сред. С. 64-71.

6. Дополненная реальность в промышленности [Электронный ресурс]. https://easyteka.online/blog/primenenie/dopolnennaya-realnost-v-promishlennosti, (дата обращения: 31.03.2025.)

УДК 621.311.1:004.946

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ И СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ

Фахерлегаянов Рустем Расихович, Фетисов Леонид Валерьевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
f.rustam2001@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению применения технологий дополненной реальности (AR) в промышленности. Рассматриваются ключевые области использования AR, такие как визуализация данных в реальном времени, дистанционная поддержка и обучение персонала, а также оптимизация производственных процессов. Отдельное внимание уделяется примерам успешного внедрения AR в крупных промышленных компаниях, описаны перспективы и вызовы, связанные с внедрением AR в промышленность, включая высокую стоимость оборудования, необходимость адаптации производственных процессов и вопросы кибербезопасности. Также подчеркивается роль AR в цифровой трансформации промышленности и улучшении ее эффективности.

Ключевые слова: дополненная реальность, промышленность, визуализация данных, цифровая трансформация, AR в промышленности

AUGMENTED REALITY IN INDUSTRY: PROCESS OPTIMIZATION AND COST REDUCTION

Fakherlegayanov Rustem Rasikhovich, Fetisov Leonid Valerevich
KSPEU, Kazan, Russia
f.rustam2001@yandex.ru

Abstract. The article is dedicated to examining the application of augmented reality (AR) technologies in industry. It discusses key areas of AR use, such as real-time data visualization, remote support, personnel training, and optimization of production processes. Special attention is given to examples of successful AR implementation in large industrial companies, and the article outlines the prospects and challenges associated with AR adoption in industry, including the high cost of equipment, the need for adaptation of production processes, and cybersecurity issues. The role of AR in the digital transformation of industry and improving its efficiency is also emphasized.

Keywords: augmented reality, industry, data visualization, digital transformation, AR in industry

Дополненная реальность (AR) представляет собой технологию, интегрирующую виртуальные объекты с реальной средой, что позволяет

создавать интерактивные и динамичные визуальные элементы в реальном времени. В последние годы она активно используется в различных областях, в том числе в промышленности, где AR значительно улучшает производительность, повышает качество работы персонала и помогает оптимизировать затраты.

Одним из ключевых направлений применения AR является визуализация данных в реальном времени. Это позволяет выводить на экраны мобильных устройств или специализированных гарнитур важные показатели, такие как данные о состоянии оборудования, схемы или технологические карты. Преимущества такой визуализации очевидны: повышается скорость принятия решений, упрощается диагностика и минимизируется вероятность ошибок. Например, в случае неисправности в работе оборудования AR может предоставить подробную информацию о возможных причинах поломки, а также предложить оптимальные решения для устранения проблемы [1].

AR также активно применяется для обеспечения дистанционной поддержки и технического обслуживания. Используя гарнитуры дополненной реальности или планшеты, специалисты могут получать консультации в реальном времени, при этом наблюдая за рабочим процессом через камеры мобильных устройств. Такой подход значительно сокращает время простоя оборудования, снижает затраты на выездные сервисные работы и улучшает квалификацию сотрудников, позволяя обучаться в процессе выполнения реальных задач.

Не менее важным аспектом является использование AR в обучении персонала. В отличие от традиционных методов обучения, AR предоставляет возможность моделировать различные производственные ситуации, давая сотрудникам возможность взаимодействовать с виртуальными объектами в безопасной среде. Это особенно актуально для работы с высокотехнологичным оборудованием или опасными веществами, где ошибки могут привести к серьезным последствиям. Виртуальные тренажеры, предоставляемые AR, позволяют проводить обучение в условиях, максимально приближенных к реальным, при этом минимизируя риски.

Также стоит отметить, что AR существенно помогает в снижении затрат на производство и логистику. Виртуальные инструкции, автоматизированные системы контроля качества и проверка процессов позволяют значительно снизить вероятность человеческих ошибок, минимизировать брак и оптимизировать использование ресурсов. Особенно это актуально для таких процессов, как складская логистика, где AR ускоряет инвентаризацию, повышает координацию между сотрудниками и сокращает время поиска необходимых компонентов. Это способствует улучшению общей эффективности работы на всех этапах производственного процесса [2].

Примеры успешного внедрения AR можно наблюдать в крупных компаниях, таких как Boeing, Siemens и General Electric. В Boeing AR используется для сборки самолетов, что позволило снизить количество ошибок на 90% и значительно ускорить процесс сборки. В Siemens и General Electric AR применяется для диагностики и профилактики поломок оборудования, что повышает его долговечность и минимизирует расходы на ремонт. В таких отраслях, как энергетика и нефтегазовая промышленность, AR используется для удаленного мониторинга сложных инженерных объектов, что повышает безопасность работников и снижает риски аварий.

Однако внедрение AR в промышленности сталкивается с определенными препятствиями. Одним из основных является высокая стоимость оборудования и программного обеспечения, что ограничивает внедрение технологий преимущественно крупными компаниями с высокими бюджетами. Также важным фактором является необходимость адаптации существующих производственных процессов и инфраструктуры, что требует значительных затрат времени и ресурсов. Кроме того, стоит учитывать вопросы кибербезопасности, так как внедрение новых технологий открывает новые уязвимости для утечек конфиденциальных данных. Не менее важным является и необходимость дополнительного обучения персонала, что также представляет собой значительную статью затрат [3].

В заключение следует отметить, что дополненная реальность является перспективной технологией для промышленности, которая способствует повышению ее эффективности, снижению затрат и улучшению условий труда. В будущем, с развитием технологий и снижением стоимости оборудования, AR будет все более широко внедряться в различные производственные сектора, формируя новую парадигму цифровой трансформации и улучшая процессы на всех уровнях.

Источники

1. Азарян В.Н., Ефимов А.Н., Карпов А.В. Виртуальная и дополненная реальность: основы и практическое применение // Лаборатория знаний, 2020.

2. Касьянов С.А., Миронов И.В. Технологии AR и VR в энергетике // Энергетическая инфраструктура России. 2021. № 4. С. 45-54.

3. Дополненная реальность в промышленности [Электронный ресурс]. https://easyteka.online/blog/primenenie/dopolnennaya-realnost-v-promishlennosti, (дата обращения: 30.03.2025.)

4. Köse H., Güner-Yildiz N. Augmented reality (AR) as a learning material in special needs education. Educ. Inf. Technol. 2021. № 26. С. 1921-1936.

УДК 621.311.1

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В «ТИМ» И ИХ ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ

Фахрутдинов Айрат Юсупович, Фетисов Леонид Валерьевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
faxrutdinov2001@mail.ru

Аннотация. Технологии информационного моделирования кардинально меняют подход к жизненному циклу объекта строительства – от изыскания до эксплуатации. Но весь потенциал ТИМ раскрывается только при условии строгой регламентации унифицированных протоколов обмена информацией, согласованных процедур работы и прозрачных правил коллаборации между специалистами. Отсутствие единых стандартов остается одной из главных проблем в сфере информационного моделирования зданий: разные разрешения файлов, противоречущие друг другу национальные нормы и доработки на стыке программных решений, приводят только к потерям ресурсов, времени и сил. Решение данной проблемы один из ключевых шагов к повсеместному внедрению.

Ключевые слова: Стандартизация в строительстве, технологии информационного моделирования (ТИМ), жизненный цикл объекта, интероперабельность данных, национальные и международные нормы.

MODERN PROBLEMS OF STANDARDIZATION IN TIM AND THEIR POSSIBLE SOLUTIONS

Fakhrutdinov Airat Yusupovich, Fetisov Leonid Valerevich
KSPEU, Kazan, Russia
faxrutdinov2001@mail.ru

Abstract. Information modeling technologies are fundamentally changing the approach to the life cycle of a construction object – from survey to operation. But the full potential of TIM is revealed only under the condition of strict regulation of unified information exchange protocols, coordinated work procedures and transparent rules of collaboration between specialists. The lack of uniform standards remains one of the main problems in the field of building information modeling: different file resolutions, conflicting national standards and improvements at the interface of software solutions lead only to losses of resources, time and effort. Solving this problem is one of the key steps towards widespread adoption.

Keywords: Standardization in construction, information modeling technologies (BIM), object lifecycle, data interoperability, national and international standards.

Современная практика применения ТИМ технологий опирается на широкий спектр нормативных документов, охватывающих все стадии реализации строительного проекта. Особое значение среди них имеют:

Ведущую роль приобретает система стандартов ISO 19650, представляющая собой комплексный методический подход к организации данных на всех этапах жизненного цикла объекта - начиная от концептуального проектирования и заканчивая эксплуатацией и выводом из эксплуатации. Широкое признание данных стандартов на международном уровне подтверждается статистическими данными. В частности, исследование Национального строительного общества Великобритании (NBS), проведенное в 2021 году, показало, что подавляющее большинство (около 80%) британских компаний, работающих в сфере строительства и проектирования, сознательно ориентируют свои стратегии внедрения технологий информационного моделирования именно на принципы, заложенные в стандартах ISO 19650 [1,2].

В контексте развития цифрового строительства в России особое значение приобретает национальный стандарт ГОСТ Р 10.00.00.00-2023, который в настоящее время является основным нормативным актом, регулирующим применение ТИМ-технологий в отечественной практике. Тем не менее, по мнению ведущих отраслевых специалистов и аналитиков строительной индустрии, существующая редакция стандарта требует существенной доработки и актуализации. Основная задача такой модернизации заключается в необходимости достижения максимального соответствия российских нормативных требований с международными стандартами информационного моделирования. Это позволит не только повысить эффективность применения ТИМ-технологий внутри страны, но и обеспечит российским компаниям возможность полноценного участия в международных проектах [3].

Хотя существующие международные нормативные документы создают основу для работы с ТИМ, их практическое применение сталкивается с рядом системных ограничений.

Главной проблемой остается отсутствие глобально согласованных стандартов – несмотря на попытки унификации через ISO 19650, многие государства сохраняют национальные стандарты. Яркий пример - российский ГОСТ Р 10.00.00.00-2023, чьи положения лишь частично соответствуют международным нормам, создавая барьеры для компаний, участвующих в трансграничных проектах.

Не менее остро стоит вопрос совместимости программных платформ. Производители ТИМ-платформ используют проприетарные форматы хранения данных, что приводит к необходимости сложных преобразований при совместной работе. Как показывают данные BuildingSMART (2020), с трудностями интеграции между различными системами (например, Revit и

ArchiCAD) регулярно сталкиваются более половины профильных организаций. Даже открытые стандарты вроде IFC не всегда обеспечивают полноценный обмен информацией между участниками проектного процесса [4].

Значительным препятствием для полноценного внедрения ТИМ-технологий становится недостаточная нормативная база, регулирующая отдельные процессы, в частности управление эксплуатационными данными. В качестве примера можно привести ситуацию со стандартом COBie – несмотря на его активное применение в европейских странах, российская нормативная практика пока не предусматривает аналогичных решений [5].

Для преодоления существующих препятствий в области стандартизации ТИМ-процессов рекомендуется реализовать комплекс мер:

Создание глобально совместимых нормативных документов. Требуется активное международное сотрудничество по развитию и локализации стандартов типа ISO 19650 с возможностью их адаптации под региональные требования. Удачный пример – сингапурский опыт модификации данного стандарта, который привел к 15% ускорению проектных работ.

Повышение интероперабельности. Критически важным направлением развития является массовое применение универсальных форматов обмена проектной информацией, включая IFC и COBie. Эти технологические решения обеспечивают беспрепятственную интеграцию данных между различными программными средами. Как свидетельствуют данные BuildingSMART (2021), реализация IFC-стандарта позволяет сократить количество ошибок при межплатформенном обмене информацией до 40%.

Глобальная координация в сфере ТИМ. Ключевым аспектом развития является налаживание системного взаимодействия между государствами и профессиональными сообществами. Такое партнерство направлено на выработку согласованных нормативных требований и распространение наиболее эффективных методик работы с цифровыми моделями.

Системная стандартизация выступает ключевым условием эффективного применения технологий информационного моделирования в строительстве. Хотя отрасль сталкивается с рядом сложностей – от разрозненных нормативных требований до проблем совместимости систем и дефицита профильных специалистов – эти вызовы могут быть преодолены через создание общепринятых регламентов и использование нейтральных форматов обмена информацией.

Анализ зарубежной практики свидетельствует, что унификация нормативных требований в сочетании с передовыми цифровыми решениями способна кардинально улучшить эффективность информационного моделирования. Реализация подобных стратегий в Российской Федерации и

других государствах создаст предпосылки для качественного скачка в развитии строительной индустрии.

Источники

1. ISO 19650-1:2018 «Организация и оцифровка информации о зданиях и строительных работах, включая информационное моделирование зданий (BIM) – управление информацией с помощью информационного моделирования зданий».

2. Глобальный отчет о рынке информационного моделирования зданий (BIM) за 2021 год.

3. ГОСТ Р 10.00.00.00-2023 «Единая система информационного моделирования».

4. BuildingSMART International. IFC and Interoperability in BIM. 2020.

5. Талапов В.В. Внедрение BIM требует осмысления // CADmaster. 2019. № 2 (90). С. 12-17.

УДК 004.9

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ

Федосейкина Дарья Максимовна, Маслов Владислав Андреевич, Саакян Григорий Андраникович
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
fedoseikina-daria@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется важность процесса сбора информации и применение его методов для успешного создания функциональной модели. Рассмотрены основные методы сбора информации о предметной области – работа с документами и интервьюирование. На основании этого анализируется работа одного из структурных подразделений университета, которое отвечает за организацию олимпиады. Для наглядности результатов была использована функциональная модель нотации IDEF0.

Ключевые слова: структурные подразделения, IDEF0, обработка заявок, сбор информации.

VISUALIZATION OF THE RESULTS OF DOMAIN ANALYSIS USING THE MODELING METHOD

Fedoseykina Daria Maksimovna, Maslov Vladislav Andreevich, Saakyan Grigorii Andranikovich
NMSTU, Magnitogorsk, Russia
fedoseikina-daria@mail.ru

Absctract. The article analyzes the importance of the information gathering process and the application of its methods for the successful creation of a functional model. The main methods of collecting information about the subject area – working with documents and interviewing - are considered. Based on this, the work of one of the structural divisions of the university, which is responsible for organizing the olympiad, is analyzed. The functional model of the IDEF0 notation was used to illustrate the results.

Keywords: structural units, IDEF0, application processing, information gathering.

В настоящее время олимпиадное движение представляет собой ряд мероприятий, которые позволяют не только развиваться в перспективных научных дисциплинах, но и создавать основу для своего будущего профессионального обучения. Для этого в образовательных учреждениях функционируют специальные структурные подразделения, основной целью которых является реализация маркетинговых стратегий образовательных

программ. Проведение олимпиад, как одна из составляющих этих стратегий, играет в этом важную роль, поскольку участники олимпиад могут заранее определить для себя направление своего дальнейшего обучения.

При рассмотрении одного из важных процессов для продвижения олимпиадного движения – организации олимпиады – была проанализирована работа центра маркетинга образовательных программ в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «МГТУ им. Г. И. Носова» (далее – МГТУ им. Г. И. Носова).

Работа с обследованием предметной области началась с изучения документов, сопровождающих деятельность этого структурного подразделения МГТУ им. Г. И. Носова. Основным документом для изучения деятельности центра маркетинга образовательных программ стало положение, утверждающее учреждение и функционирование этого структурного подразделения. Рассмотрев задачи центра маркетинга образовательных программ, было выявлено, что для более подробного обследования предметной области в рамках рассмотрения процесса «Организация олимпиады» необходимо изучить деятельность специалистов этого структурного подразделения на примере работы с конкретной олимпиадой. Для этого было изучено положение по виду деятельности, отвечающее за организацию и порядок проведения многопрофильной олимпиады «Путь к успеху». С помощью анализа этого документа удалось ограничить зону ответственности специалистов, участвующих в процессе организации олимпиады. Однако этого было недостаточно, поскольку данный документ устанавливает обязанности в рамках работы комитетов и комиссий.

Чтобы продолжить исследование предметной области, был использован ещё один метод сбора информации – интервьюирование. Подготовка к нему позволила выявить ряд вопросов, касающихся организации олимпиады на протяжении всего процесса её проведения. После тщательного отбора вопросов было проведено интервью с ведущим специалистом цента маркетинга образовательных программ МГТУ им. Г. И. Носова, в ходе которого были получены ответы на уточняющие вопросы, касающиеся деятельности специалистов этого структурного подразделения в рамках организации олимпиады, её проведения и информационного сопровождения. Результатом проведения интервью с ведущим специалистом центра маркетинга образовательных программ, ответственного за организацию многопрофильной олимпиады «Путь к успеху», стало уточнение тонкостей работы специалистов этих структурных подразделений. При этом учитывалось их взаимодействие с образовательными структурными подразделениями университета и участниками олимпиады, что позволило ознакомиться и с документооборотом внутри этого процесса.

Дальнейшая работа в изучении данной предметной области включает в себя построение функциональных моделей. Благодаря этому можно не только лучше понять бизнес-процессы, протекающие внутри разных систем, но и заметить точки падения эффективности внутри этих процессов. Основной моделью для визуализации результатов, полученных при анализе предметной области, является модель методологии SADT в нотации IDEF0 [1].

При работе над функциональной моделью для бизнес-процесса «Организация олимпиады «Путь к успеху» использовалось программное средство Ramus Educaional [2]. Были построены две диаграммы, отображающие контекстный уровень модели и его декомпозицию. Результаты визуализации представлены они на рисунках 1 и 2 соответственно.

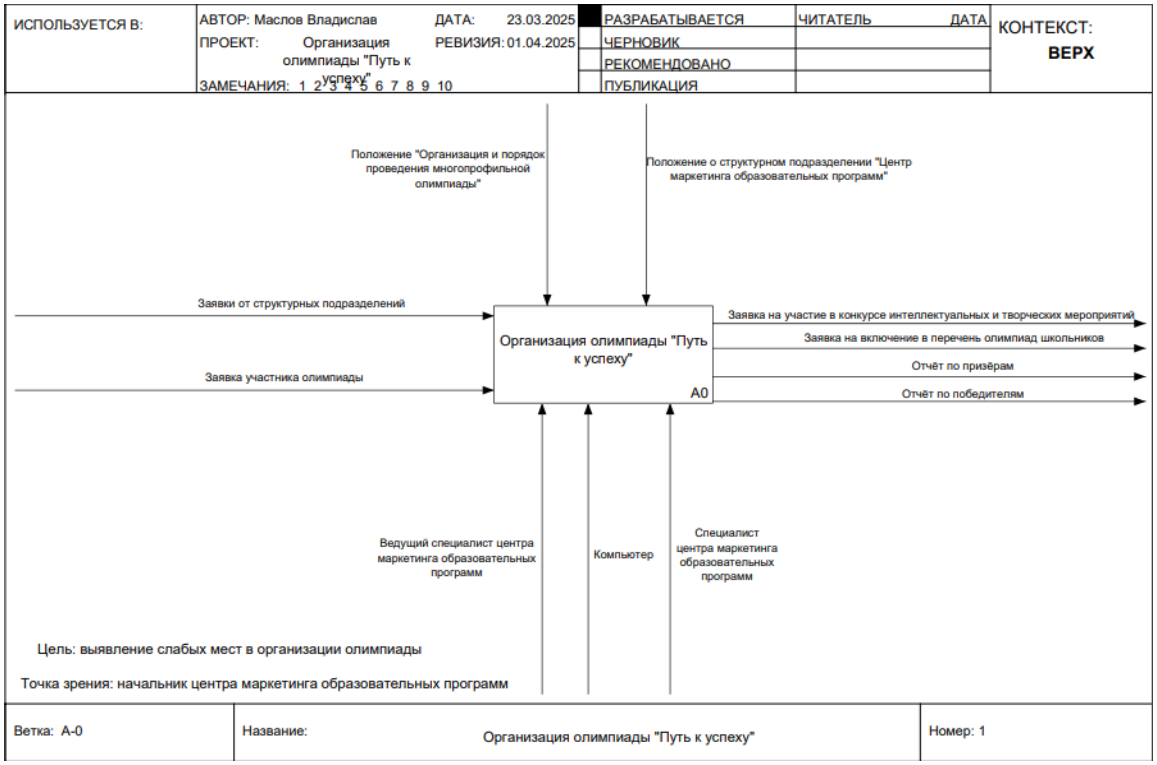


Рис. 1. Контекстный A-0 уровень функциональной IDEF0-модели бизнес-процесса «Организация олимпиады «Путь к успеху»

Контекстный уровень функциональной IDEF0-модели позволяет рассмотреть основные составляющие этого процесса, а с помощью диаграммы A0 уровня можно более подробно функции, выполняемые специалистами центра маркетинга образовательных систем, а также внутренний документооборот процесса организации олимпиады.

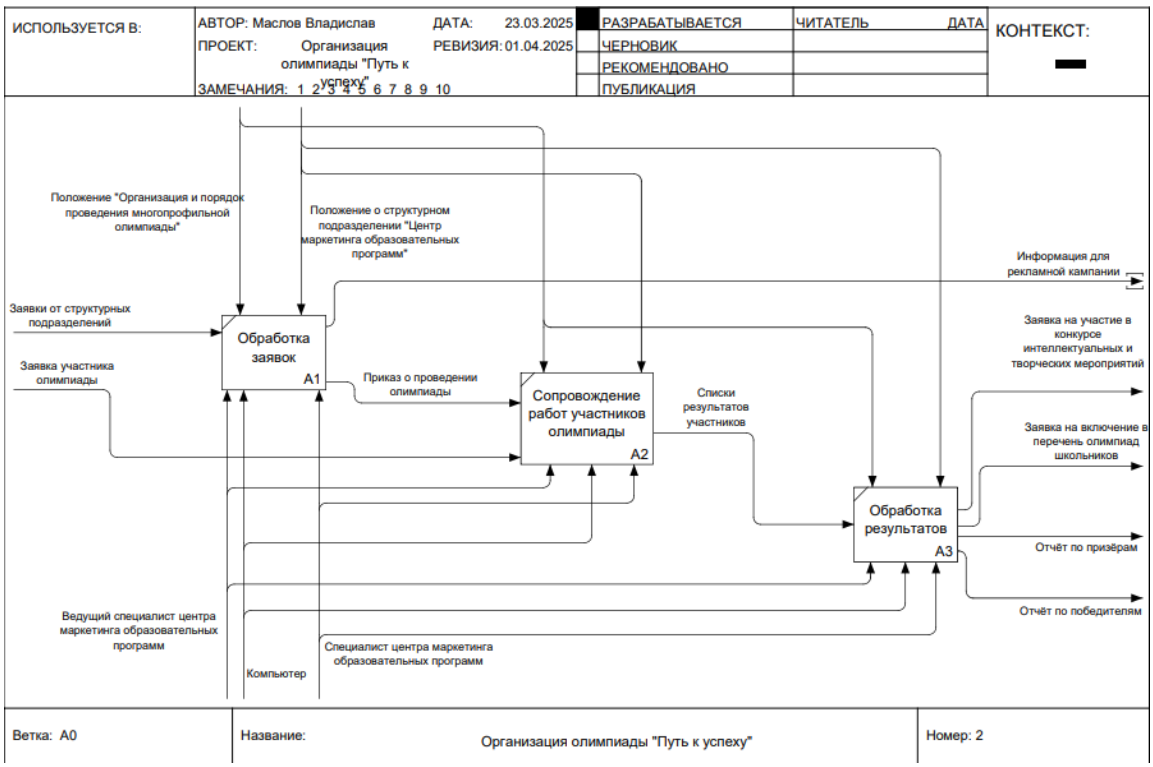


Рис. 2. Декомпозированный A0 уровень функциональной IDEF0-модели бизнес-процесса «Организация олимпиады «Путь к успеху»

Таким образом, создание функциональных моделей, то есть визуализация результатов анализа предметной области, должно выполняться только после тщательного обследования рассматриваемых процессов предметной области. Для этого необходимо как можно внимательнее пользоваться разными методами сбора информации, чтобы результаты работы по визуализации процессов соответствовали реальности.

Источники

1. Федорова О.В., Мамаева А.А., Якунина Е.А. Применение методологий SADT И ARIS для моделирования и управления бизнес-процессами информационных систем // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т.80. № 1 (75) С. 105-109.

2. Новикова Т.Б., Назарова О.Б., Петеляк В.Е. IDEF0, DFD, IDEF3, FISHBONE, FTA: теория и практика бизнес-моделирования: учебное пособие // Магнитогорск: МГТУ, 2016.

УДК 004.67

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА УРОВНЯ ДОСТУПНОСТИ ФИНАНСОВЫХ УСЛУГ ДЛЯ МАСШТАБИРОВАНИЯ

Федько Василий Сергеевич, Ковалев Сергей Владимирович, Ковалева Ольга Александровна
Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина, Тамбов, Россия
fedko.vasily.fedko@yandex.ru

Аннотация. В статье описан процесс оптимизации геоинформационной системы анализа уровня доступности финансовых услуг для дальнейшего масштабирования от ограничения пределами Центрального федерального округа до всей территории Российской Федерации. По результатам работы размер файлов программы снизился на 44%, время загрузки программы уменьшилось на 53%.

Ключевые слова: геоинформационные системы, финансовая доступность, оптимизация, масштабирование.

OPTIMIZATION OF THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR ANALYZING THE AVAILABILITY OF FINANCIAL SERVICES FOR SCALING

Fedko Vasily Sergeevich, Kovalev Sergey Vladimirovich, Kovaleva Olga Alexandrovna
Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia
fedko.vasily.fedko@yandex.ru

Abstract. The article describes the process of optimizing the geoinformation system for analyzing the availability of financial services for further scaling from the limitation of the Central Federal District to the entire territory of the Russian Federation. As a result, the size of the program files decreased by 44%, and the program loading time decreased by 53%.

Keywords: geographic information systems, financial accessibility, optimization, scaling.

Одним из направлений деятельности Центрального банка Российской Федерации (ЦБ РФ) является определение уровня доступности финансовых услуг в населенных пунктах. В рамках работы по данному направлению была создана геоинформационная система (ГИС) для анализа уровня доступности финансовых услуг [1]. Система позволяет создавать тепловые карты регионов и районов, визуализировать данные местоположения населенных пунктов, уровня финансовой доступности и наличия финансовых инструментов в них. Преимуществами инструмента являются возможность работы в полностью автономном режиме без подключения к сети Интернет, максимальная детализация данных, возможность фильтрации населенных пунктов по численности населения. Следующим этапом развития системы, изначально ограничивающейся наличием данных о Центральном федеральном округе, является ее масштабирование с целью охвата всех федеральных округов России. В следствие чего является

целесообразным оптимизация инструмента для максимально возможного ускорения работы и уменьшения размера программных файлов.

Система состоит из 5 листов Microsoft Excel и программного кода VBA. На первом листе размещена информация о всех населенных пунктах, количестве финансовых инструментов в них, показатель финансовой доступности, численность населения и географические координаты. На втором листе в одном общем массиве хранится набор географических координат административных границ для каждого муниципального образования. На третьем листе хранится массив координат границ регионов. На четвертом листе для каждого региона и муниципального образования с помощью формул высчитывается средний показатель финансовой доступности на основе данных первого листа. На пятом листе происходит визуализация данных. По имеющимся координатам строятся полигоны регионов и муниципальных образований. На основе данных с листа расчетов происходит градиентная заливка соответствующих регионов или муниципальных образований цветом в зависимости от среднего показателя финансовой доступности от красного цвета при низком показателе до зеленого при высоком. При нажатии на муниципальное образование к административным границам добавляется визуализация расположения внутри них населенных пунктов благодаря наличию географических координат каждого из них. Выбор нужных населенных пунктов происходит благодаря автоматическому наложению фильтров на первом листе программы. Таким же образом можно отфильтровать населенные пункты по численности населения. При тестировании на данных Центрального федерального округа программа в представленной конфигурации весит 57 МБ. Время, затрачиваемое на загрузку, начиная от открытия файла до выбора муниципального образования и применения фильтра по численности населения составляет 17 секунд.

На долгую загрузку системы оказывают влияние размер файла и применение фильтров к большим массивам данных населенных пунктов и географических координат. Путем объединения смежных финансовых инструментов и представления их в виде суммы удалось сократить количество столбцов с информацией об инфраструктуре населенных пунктов с 72 до 25. В пересчете на 60 тысяч населенных пунктов ЦФО количество заполненных ячеек сократилось на 2,8 млн. Для сокращения времени, затрачиваемого на применение фильтров, область данных для визуализация была перенесена с листов с большими массивами на отдельные добавленные листы. На новые листы информация должна копироваться из листов с массивами автоматически при выборе региона или муниципального образования. Таким образом, диапазон области построения графиков уменьшился с фиксированного значения 60 тысяч населенных пунктов до динамичного в зависимости от выбранного района и в среднем равным 100 записям. Диапазон для административных границ снизился с фиксированных 530 тысяч до в среднем 1 тысячи записей. Для автоматического копирования данных в диапазоны визуализации на лист расчетов были добавлены

формулы, определяющие для каждого муниципального образования номер первой и последней записи в массивах населенных пунктов и административных границ. Перечисленные действия позволили избавиться от необходимости применения фильтров в массивах данных при выборе муниципального образования в пользу копирования нужных участков данных на отдельный лист визуализации, что занимает гораздо меньше времени при работе программы. Также сократит время использование фильтра по численности населения, применяемый на листе визуализации данных на существенно меньшее количество записей, чем в общем массиве данных. Схема геоинформационной системы после проведенной оптимизации для последующего масштабирования представлена на рисунке 1.

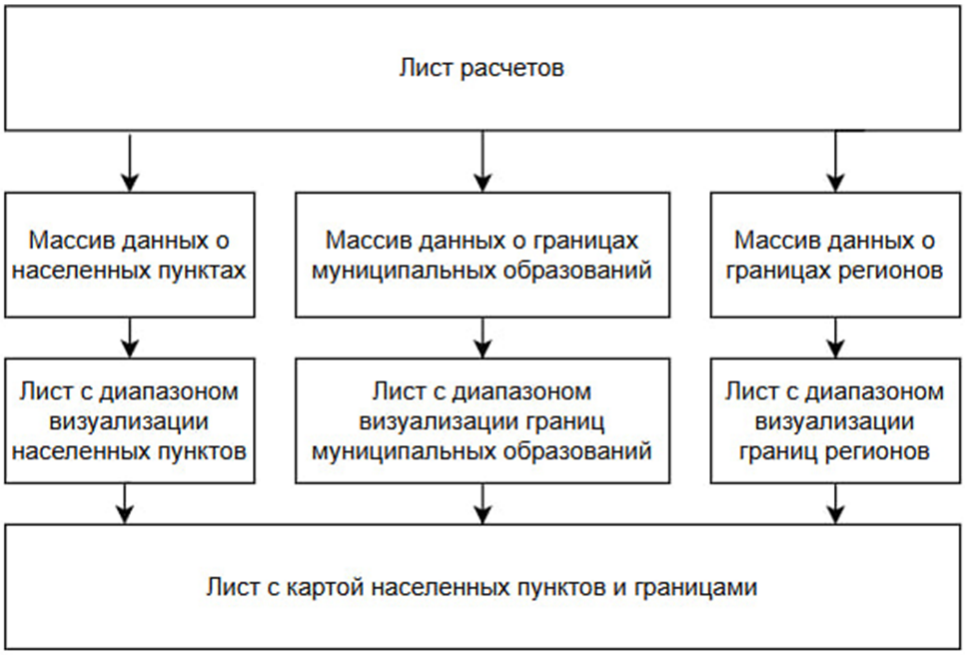


Рис. 1. Схема геоинформационной системы после оптимизации

По результатам оптимизации размер файла программы с данными по Центральному федеральному округу уменьшился на 44% с 57 МБ до 32 МБ. Время загрузки программы от открытия файла до выбора муниципального образования и применения фильтра по численности населения сократилось на 53% с 17 до 8 секунд. При масштабировании системы на всю территорию Российской Федерации предположительный суммарный размер всех файлов составит 116 МБ вместо изначальных 207 МБ.

Источники

1. Федько В.С., Ковалев С.В., Ковалева О.А. Разработка геоинформационной системы для анализа уровня доступности финансовых услуг // Программная инженерия. 2024. Т. 15. № 12. С. 623-630.

УДК 004-896

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ

Фоменков Валерий Михайлович
ФГБОУ ВО «Самарский университет», г. Самара, Россия
fomenkov-valera@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается концепция цифрового двойника посевов пшеницы, его математические модели и программная реализация. Приводится обзор существующих систем, обоснование выбора методов моделирования и примеры их практического применения. Описана разработка алгоритмов прогнозирования урожайности и динамики роста растений.

Ключевые слова: цифровой двойник, моделирование, пшеница, прогнозирование урожайности, агротехнологии.

THE DIGITAL TWIN OF WHEAT CROPS

Fomenkov Valery Mikhailovich
Samara University, Samara, Russia
fomenkov-valera@mail.ru

Abstract. The article discusses the concept of a digital twin of wheat crops, its mathematical models, and software implementation. An overview of existing systems, justification for choosing modeling methods, and examples of practical application are provided. The development of algorithms for yield prediction and plant growth dynamics is described.

Keywords: digital twin, modeling, wheat, yield prediction, agro-technologies.

Цифровые двойники активно внедряются в различные отрасли, включая сельское хозяйство. Разработка цифрового двойника посевов пшеницы позволяет прогнозировать урожайность и оптимизировать агротехнологии [1]. Современные решения включают системы точного земледелия, основанные на IoT и данных дистанционного зондирования. Они позволяют моделировать влияние климатических и агрохимических факторов на урожайность [2].

Такие подходы находят отражение в существующих платформах, таких как Siemens MindSphere, которая поддерживает интеграцию данных с датчиков для моделирования сельскохозяйственных процессов, или Microsoft Azure Digital Twins, предлагающая гибкие инструменты для создания виртуальных моделей полей и анализа их состояния в реальном времени [3]. Аналогично, AWS IoT TwinMaker может использоваться для визуализации данных с дронов и IoT-устройств, обеспечивая фермерам возможность точного управления

посевами. Эти системы, изначально разработанные для промышленности, адаптируются к аграрным нуждам, дополняя специализированные решения [4].

Задача разработки цифрового двойника посевов пшеницы заключается в моделировании стадий роста растений, учитывая такие параметры, как температура и влажность воздуха, содержание азота в почве. На каждом этапе роста входные параметры оказывают влияние на выходные параметры, такие как высота растения и масса одного растения. Урожайность корректируется на основе динамики роста и погодных условий.

Модель роста пшеницы строится на основе анализа ключевых параметров окружающей среды, таких как климатические и почвенные условия. Эти параметры используются для оценки их влияния на выходные характеристики, такие как урожайность или масса растения. Выходной параметр C_i вычисляется с использованием следующей формулы:

$$C_i = \frac{\sum_1^k \max(minR, maxR - \frac{|2 * Bik - Bmin - Bmax|}{Bmax - Bmin})}{k} \quad (1)$$

где C_i – выходной параметр; B_{ik} – входной параметр; R_{min} и R_{max} – минимальные и максимальные границы прироста, определяющие диапазон возможных значений; B_{min} и B_{max} – минимальные и максимальные значения входных параметров; k – количество входных параметров.

Параллельно с этим, для оценки динамики урожайности во времени применяется отдельная модель прогнозирования. Итоговый прогноз урожайности для текущего дня (Pi) рассчитывается следующим образом, если входной параметр B находится в неоптимальном, но допустимом диапазоне значений:

$$P_i = P_{i-1} - \frac{Wmax}{D * k} \quad (2)$$

где P_i – итоговый прогноз урожайности на i-й день; P_{i-1} – прогноз урожайности для предыдущего дня; W_{max} – наилучший возможный показатель урожайности; D – среднее количество дней, необходимых для полного роста пшеницы; k – количество входных параметров. Если входной параметр B находится в оптимальном диапазоне, то $P_i=P_{i-1}$. Для первого дня принимается $P_{i-1}=W_{max}$. На последней стадии роста пшеницы (P_i не изменяется), когда растение уже созрело, происходит естественный сброс влаги, что завершает цикл развития.

Для более точного определения длительности каждой стадии роста пшеницы, включая расчет времени полного созревания, используется модель, основанная на температурных условиях. Расчет длительности стадии роста выполняется по следующей формуле:

$$T = \sum_{1}^{T} t > t_{mean} * T_{max} \quad (3)$$

где T – длительность стадии; t – входная температура текущего дня; t_{mean} – средняя температура месяца, когда проходит текущая стадия, T_{max} – максимально возможная длительность стадии.

Для реализации созданной математической модели разработано программное обеспечение на языке программирования Java, которое включает в себя множество методов реализации моделей. Основные методы реализуют формулу 1 для расчёта выходного параметра текущего дня, формулу 2 для прогнозирования итоговой урожайности на текущем этапе роста и формулу 3 для расчёта длительности стадий по накопленным температурам.

В системе имеется возможность задавать максимальную сумму накопленных температур для стадий: часть t_{mean} * T_{max} из формулы 3. Это позволит пользователю подстраивать расчёты для определённых видов пшеницы, для разных сроков засева и климатических зон. По умолчанию значения заданы для стандартных сроков засева яровой пшеницы в Поволжье.

В программе предусмотрен интерфейс для ввода входных параметров вручную, из файла или генерация случайных параметров в оптимальном диапазоне для эффективного тестирования, а также предусмотрен ввод даты засева. Интерфейс для ввода входных параметров показан на рис. 1.

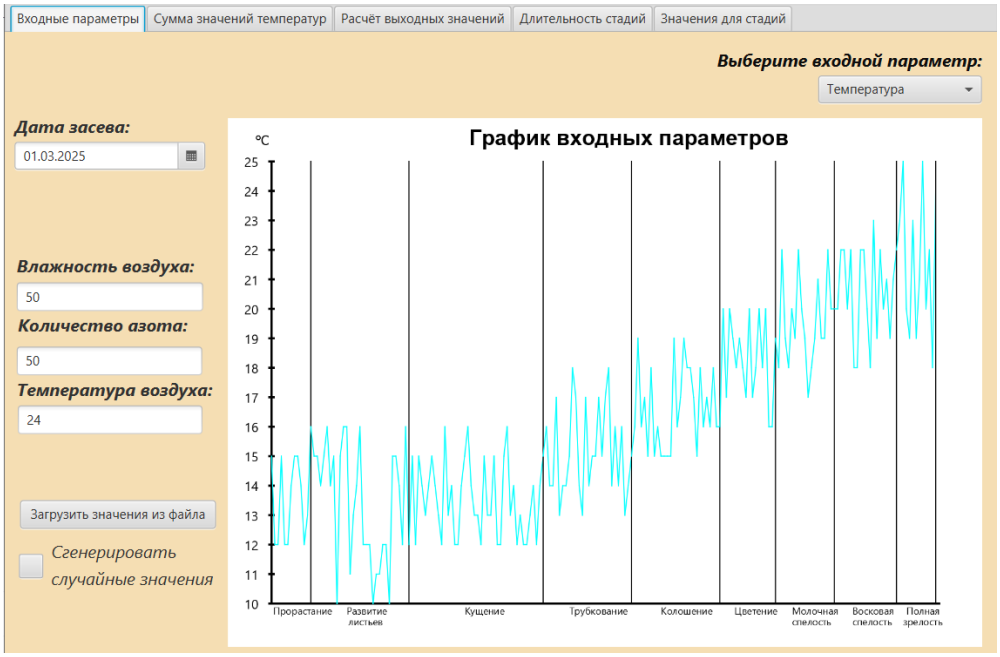


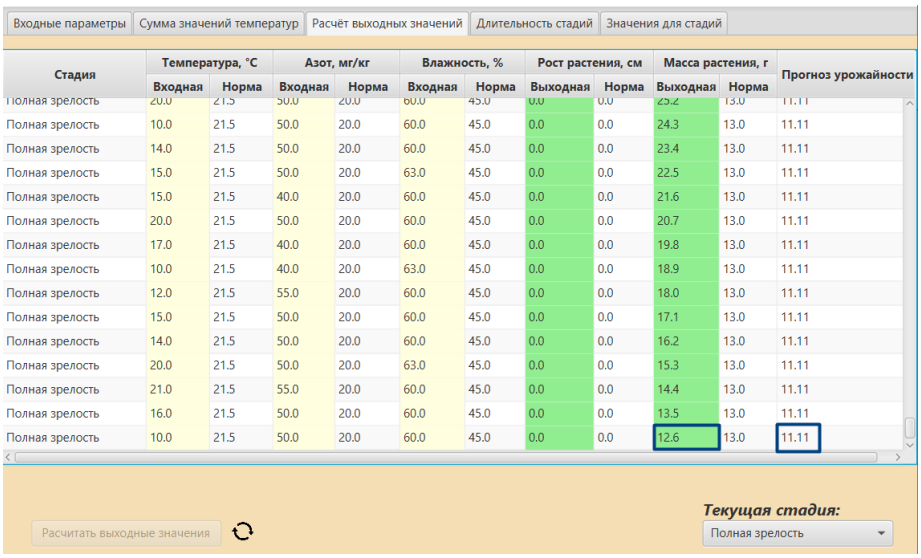
Рис. 1. Интерфейс программы для ввода входных параметров

На протяжении всего роста растений программа строит графики входных параметров и длительности стадий по историческим и фактическим значениям.

Благодаря этой функциональности можно анализировать динамику роста и прогнозирования урожайности.

Программное обеспечение позволяет моделировать рост и развитие растений на определённых стадиях. Так же для каждой стадии собирается статистика накопленных температур по дням, что позволяет прогнозировать сроки перехода растений к следующей фазе развития, оптимизировать агротехнические мероприятия и адаптировать расчёты под конкретные климатические условия или сорта культур. Это даёт возможность аграриям принимать обоснованные решения, повышать урожайность и эффективно управлять посевами в зависимости от динамики температурного режима.

Программа протестирована на реальных данных. Результаты расчётов показаны на рис. 2.



Стадия	Температура, °C		Азот, мг/кг		Влажность, %		Рост растения, см		Масса растения, г		Прогноз урожайности
	Входная	Норма	Входная	Норма	Входная	Норма	Выходная	Норма	Выходная	Норма	
Полная зрелость	10.0	21.5	50.0	20.0	60.0	45.0	0.0	0.0	24.3	13.0	11.11
Полная зрелость	14.0	21.5	50.0	20.0	60.0	45.0	0.0	0.0	23.4	13.0	11.11
Полная зрелость	15.0	21.5	50.0	20.0	63.0	45.0	0.0	0.0	22.5	13.0	11.11
Полная зрелость	15.0	21.5	40.0	20.0	60.0	45.0	0.0	0.0	21.6	13.0	11.11
Полная зрелость	20.0	21.5	50.0	20.0	60.0	45.0	0.0	0.0	20.7	13.0	11.11
Полная зрелость	17.0	21.5	40.0	20.0	60.0	45.0	0.0	0.0	19.8	13.0	11.11
Полная зрелость	10.0	21.5	40.0	20.0	63.0	45.0	0.0	0.0	18.9	13.0	11.11
Полная зрелость	12.0	21.5	55.0	20.0	60.0	45.0	0.0	0.0	18.0	13.0	11.11
Полная зрелость	15.0	21.5	50.0	20.0	60.0	45.0	0.0	0.0	17.1	13.0	11.11
Полная зрелость	14.0	21.5	50.0	20.0	60.0	45.0	0.0	0.0	16.2	13.0	11.11
Полная зрелость	20.0	21.5	50.0	20.0	63.0	45.0	0.0	0.0	15.3	13.0	11.11
Полная зрелость	21.0	21.5	55.0	20.0	60.0	45.0	0.0	0.0	14.4	13.0	11.11
Полная зрелость	16.0	21.5	50.0	20.0	60.0	45.0	0.0	0.0	13.5	13.0	11.11
Полная зрелость	10.0	21.5	50.0	20.0	60.0	45.0	0.0	0.0	12.6	13.0	11.11

Рис. 2. Результаты расчётов

Визуализация роста растений и прогнозируемой урожайности подтверждает точность модели в пределах 85%.

Источники

1. Smith J. Digital Twins in Agriculture // Springer. 2022.

2. Zhang L. Machine Learning for Crop Yield Prediction // IEEE Transactions. 2021.

3. Smith J., Patel R. Digital Twins in Agriculture: Leveraging Azure for Precision Farming // Journal of Agricultural Informatics. 2023. Vol. 14. № 2. PP. 45-60.

4. AWS IoT TwinMaker: Building Digital Twins for Agriculture [Электронный ресурс]. https://aws.amazon.com/iot-twinmaker/ (дата обращения: 20.02.25).

УДК 338.2:332.05

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Хайруллина Альфина Марсовна, Уразбахтина Лилия Равилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Alfinochka.marsovna17@mail.ru

Аннотация. В данном тезисе рассмотрены ключевые аспекты внедрения цифровых технологий в энергетической отрасли. Изучены актуальные цифровые технологии, применяемые на предприятиях энергетики, которые позволяют совершенствовать процессы производства и способствуют сокращению затрат на ресурсы. Цифровые технологии сегодня позволяют не только дать значительный положительный экономический эффект, но и способствуют устойчивому развитию.

Ключевые слова: цифровизация, информатизация, зелёная энергетика, эффективность, производительность, энергосбережение.

ECONOMIC EFFICIENCY OF THE INTRODUCTION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE ENERGY SECTOR

Khairullina Alfina Marsovna, Urazbakhtina Liliya Ravilevna
KSPEU, Kazan, Russia
Alfinochka.marsovna17@mail.ru

Abstract. This thesis examines key aspects of the implementation of digital technologies in the energy sector. It examines current digital technologies used in energy companies, which improve production processes and help reduce resource costs. Digital technologies today not only provide a significant positive economic effect, but also contribute to sustainable development.

Keywords: digitalization, informatization, green energy, efficiency, productivity, energy saving.

Цифровизация сегодня является двигателем прогресса, фундаментом становления информационного общества, основными характеристиками которого являются непрерывные изменения, деятельность высококвалифицированных специалистов и повсеместное применение инновационных технологий. Цифровые технологии в современном мире охватывают все сферы человеческой деятельности, в частности, экономику. С каждым технологий становится больше, происходит их модернизация. Это влияет на новые виды бизнеса, а также на трансформацию такой отрасли, как

энергетика. Искусственный интеллект, роботизация, анализ больших данных – эти и другие сегменты цифровизации уже сегодня проникают в энергетическую отрасль, по большей части, в электроэнергетику. Климатические изменения и экономическая ситуация, вызовы человеческой деятельности так или иначе требуют от энергетики применения существенно новых и уникальных преобразований, позволяющих подстраиваться под непрерывно изменяющиеся условия окружающей действительности. Новые условия развития мировой энергетики регламентируются, например, ООН в 2015 году разработала повестку дня, отражающую комплексное и устойчивое развитие экономики до 2030 года. Введённая программа включает в себя 17 глобальных целей, что отразилось также и на энергетической отрасли. Международное энергетическое агенство (МЭА) рассмотрело фундаментальные изменения, которые должны коснуться отрасли энергетики до 2030 года. Ближайшие 20-30 лет деятельность мировой энергетики должна быть направлена на сокращение доли выбросов углеводорода в атмосферный воздух. К 2070 году необходимо достигнуть нулевых выбросов.

Рассматривая сценарии устойчивого развития ООН, следует отметить, что к 2040 году, скорее всего, уменьшится спрос на углеводородную энергетику. Это означает, что нефтяной рынок объёмом примерно 70 миллионов баррелей в 2040 году должен вернуться к уровню 1990 года. Также стоит учесть момент, что инвестиционный рынок наибольшее влияние окажет на возобновляемые источники энергии. Для того, чтобы сценарий устойчивого развития ООН был реализован максимально эффективно, необходимо совершенствовать область цифровых технологий, которые позволят повысить рентабельность и эффективность отрасли [1].

Попытки цифровой трансформации были предприняты ещё в 1990-ых годах, однако прогресс в этом направлении стал возможен с появлением искусственного интеллекта, промышленного интернета вещей, обработки больших данных, а также когнитивных вычислений. Цифровизация в энергетике предполагает следующие аспекты: автоматизация производственных процессов (развитие данного аспекта возможно благодаря внедрению роботизации); цифровое проектирование (этот аспект цифровизации в энергетике развивается благодаря цифровому моделированию, в частности, с помощью 3Д-технологий); визуализация (данный аспект развивается благодаря использованию компьютерных технологий, позволяющих осуществлять виртуальный контроль энергетического объекта на дальнем расстоянии); кросс-канальные коммуникации (появление уникальных инновационных инструментов, которые позволяют вести эффективную коммуникацию с потребителями и партнёрами).

Актуальная цифровая технология, применяемая на предприятиях электросетевой отрасли и позволяющая совершенствовать процессы производства – это BIM. Она используется в новых цифровых системах в энергетике. Во время моделирования и строительства электрических систем, при создании сетевых линий, а также в процессе разработки проектной документации данная технология позволяет максимально совершенствовать процессы управления и производства. Отчёт «McGraw Hill Construction Report» позволяет нам сделать вывод о возвращении инвестиций в зависимости от использования в электросетевой компании цифровой технологии BIM (рис. 1). Данный рисунок позволяет понять, что при комплексном внедрении в электросетевые компании цифровых технологий BIM можно значительно увеличить уровень возвращения инвестиций (25%), что говорит об исключительно положительность экономическом эффекте от внедрения в таких компаниях цифровых технологий [2].

Повышение экономической эффективности ввиду повсеместного использования и внедрения цифровых технологий отражается также в следующих аспектах: оптимизирование процессов производства (благодаря инновационных цифровым технологиям можно максимально автоматизировать процессы управления системы энергоснабжения. Например, датчики «IoT» могут помочь в оптимальном распределении нагрузки между оборудованием, что влияет на повышение общей эффективности); улучшение электроэнергетического качества (уникальные цифровые технологии позволяют в режиме реального времени осуществлять контроль над качеством электроэнергии, а также моментально устранять различные неполадки и вносить всевозможные корректировки. Например, умные сети и интеллектуальные счётчики могут вовремя и корректно предотвращать различные изменения в нагрузках электрических сетей); энергосбережение (использование цифровых технологий позволяет значительно снизить общий уровень энергопотребления благодаря интеллектуальным системам. Например, приложения для анализа расхода электричества позволят бытовым потребителям, а также держателям предприятия сократить расход электроэнергии, что положительно скажется на расходах и на общем экономическом эффекте) [3].

Итак, процесс цифровизации в энергетике даёт следующие экономические выгоды:

1. Снижаются операционные расходы благодаря автоматизации и оптимизации процессов производства;

2. Снижение уровня потерь при передаче электрической энергии;

3. Увеличение уровня надёжности электрических систем благодаря точному и своевременному реагированию систем на мельчайшие отклонения;

4. Общая экономия ресурсов.

Цифровизация в электроэнергетической отрасли может привести к созданию новых бизнес-моделей, акцентирующих своё внимание на устойчивом развитии и экологически чистом производстве, то бишь зелёная энергетика [4].

Таким образом, роль цифровых технологий в энергетики в разрезе экономического эффекта огромна. Автоматизация и удалённое управление позволяют оперативно и корректно управлять электросетевыми комплексами и системами. Умные сети дают возможность эффективно управлять распределением электроэнергии [5]. Технология BIM также даёт положительный экономический эффект. Использование инновационных цифровых технологий в энергетической отрасли – это фундаментальный аспект устойчивого развития в целом.

Источники

1. Хитрых Д. О цифровой трансформации энергетической отрасли // ЭП. 2021. №10 (164).

2. Ню Х., Корчагина Е.В. Анализ экономической эффективности применения цифровых технологий в энергетических компаниях на основе метода анализа иерархий // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2024. №2.

3. Использование цифровых технологий в области энергосбережения дает реальный экономический эффект [Электронный ресурс]. https://rosenergo.gov.ru/press-center/news/aleksey-konev-ispolzovanie-tsifrovykh-tekhnologiy-v-oblasti-energosberezheniya-daet-realnyy-ekonomich/ (дата обращения: 23.02.2025).

4. О цифровой трансформации энергетической отрасли [Электронный ресурс]. https://energypolicy.ru/o-czifrovoj-transformaczii-energeticheskoj-otrasli/neft/2021/19/05/ (дата обращения: 24.02.2025).

5. Баринова В.А., Девятова А.А., Ломов Д.Ю. Роль цифровизации в глобальном энергетическом переходе и в российской энергетике // Вестник международных организаций. 2021. № 4. С. 126-145.

УДК 004.7

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ТЕХНОЛОГИЙ

Хайрутдинов Камиль Ирекович, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия
kmlhrv@mail.ru

Аннотация. В статье раскрываются ключевые аспекты цифровых двойников технологий: их сущность, история развития, область применения (оптимизация производства, персонализированная медицина, управление энергопотреблением), преимущества (предиктивная аналитика, снижение затрат, ускорение НИОКР) и вызовы (кибербезопасность, высокая стоимость развития, интеграция с унаследованными системами). Особое внимание уделено сравнительному анализу графического (визуализация) и функционального (имитация поведения) анализа, а также перспективам развития, включая интеграцию ИИ, квантовые вычисления, метавселенные и стандартизацию.

Ключевые слова: цифровые двойники, искусственный интеллект, Интернет вещей, Индустрия 4.0, предиктивная аналитика, кибербезопасность.

DIGITAL DOPPELGANGERS OF TECHNOLOGY

Khairutdinov Kamil Irekovich, Yuri Nikolaevich Smirnov
KSPEU, Kazan, Russia
kmlhrv@mail.ru

Abstract. The article reveals the key aspects of digital twin technologies: their essence, development history, field of application (production optimization, personalized medicine, energy management), advantages (predictive analytics, cost reduction, acceleration of R&D) and challenges (cybersecurity, high cost of development, integration with legacy systems). Special attention is paid to the comparative analysis of graphical (visualization) and functional (imitation of behavior) analysis, as well as development prospects, including AI integration, quantum computing, metaverses and standardization.

Keywords: digital twins, artificial intelligence, Internet of Things, Industry 4.0, predictive analytics, cybersecurity.

Цифровые двойники технологий – это виртуальные модели, которые точно отображают физические объекты, процессы системы в начальный момент времени. Они делают выводы на основе данных, собираемых с помощью IoT-устройств и других источников, и позволяют анализировать, прогнозировать и корректировать работу датчиков своих «близнецов». Эта

технология стала частью современных цифровых преобразований, но, как и любое инновационное решение, она имеет как значительные преимущества, так и серьезные вызовы. Одним из главных преимуществ цифровых двойников технологий является их способность улучшать прогнозирование и предотвращать их. Например, в авиакосмической отрасли компания Boeing вроде как использует цифровые копии самолетов для оценки износа деталей, что позволяет заранее планировать техническое обслуживание и соблюдать меры предосторожности [1].

Еще одно главное преимущество – оптимизация процессов. В промышленности цифровые двойники используются для виртуального проектирования и внедрения производственных линий. Компания Siemens, внедрившая требования на своих заводах, смогла сократить время настройки оборудования на 30%, а также снизить энергопотребление за счет учета различных последствий работы станков. В умных городах, таких как Сингапур, цифровые двойники, местные системы позволяют экономить потоки машин и общественного транспорта, снижая пробки и выбросы CO_2. Это происходит потому, что технология обеспечивает не только экономическую эффективность, но и устойчивое развитие.

Цифровые двойники технологий также открывают новые возможности для исследований и разработок. Виртуальные модели позволяют проводить эксперименты, которые в реальности были бы слишком дорогими, опасными или техническими средствами. Например, Tesla использует цифровые двойники для включения автономного управления в дорожных условиях, что затрудняет выпуск различных обновлений для своих автомобилей. В фармацевтике моделируется взаимодействие лекарств с цифровыми копиями органов, в которых человек тратит время и стоимость испытаний. Это делает инновации более доступными даже для небольших компаний, которые могут арендовать облачные платформы для работы с цифровыми двойниками вместо создания дорогостоящих устройств. Персонализация – еще один аспект, где цифровые двойники демонстрируют свою силу. В здравоохранении они позволяют создавать модели пациентов, наблюдающие за их генетикой, образом жизни и историей болезней. Он предоставляет врачам инструменты для точной диагностики и подбора терапии. Например, проект «Сердечный двойник» от Philips анализирует данные ЭКГ и МРТ, чтобы спрогнозировать риск инфаркта у конкретного человека. В розничной торговле компании используют цифровые двойники покупателей, чтобы заранее угадать их предпочтения и предложить персонализированные товары, повышая лояльность клиентов [2].

Однако возникают проблемы с преимуществами цифровых двойников рядом с блокировкой. Один из основных недостатков — высокая стоимость оборудования. Разработка точной модели требует значительных инвестиций в

оборудование, программное обеспечение и обучение персонала. Малые предприятия часто не могут себе позволить, что такое цифровое обозначение между крупными корпорациями и стартапами. Например, реализация двойного проекта на заводе обходится в среднем в 1–5 миллионов долларов, что окупается только при масштабном производстве.

Трудности достижения существующей жизни — еще одна проблема. Многие предприятия до сих пор используют устаревшее оборудование (устаревшие системы), которое не поддерживает IoT-датчики или облачные интерфейсы. Это делает процесс подключения к цифровому двойнику долгим и дорогостоящим. Например, в металлургии некоторые печи 1980-х годов просто не могут передать данные в первое время, что ограничивает применение технологии. Кроме того, недостаточная стандартизация форматов данных между различными производителями усложняет создание единой цифровой экосистемы. Вопросы кибербезопасности также остаются серьезными. Цифровые двойники технологий получаются из постоянного потока данных, что делает их уязвимыми для хакерских атак. Взлом модели энергосети или больницы может привести к катастрофическим последствиям. В 2021 году кибератака на систему управления водоснабжением во Флориде практически не привела к воздействию воды, что влечет за собой риски. Кроме того, сбор денежных данных для медицинских двойников создает угрозу конфиденциальности. Утечка информации о здоровье пациентов может быть использована в мошеннических целях или миссии [3].

Еще один недостаток – зависимость от качества данных. Цифровые двойники технологий охватывают огромные объемы точной информации в первое время. Любые ошибки в данных – например, сбой датчика или задержка передачи – искажают модель, приводящую к некорректным прогнозам. В 2019 году ошибка в цифровом двойном авиационном двигателе Rolls-Royce стала причиной незапланированного обслуживания бортов самолетов, которое обошлось компании в миллионы долларов. Это показывает, что технология не заменяет человеческий контроль, а лишь выполняет его.

Цифровые двойники технологий стали ключевыми в цифровых трансформациях, позволивших создавать виртуальные физические объекты, системы и процессы. Однако их эффективность во многом зависит от выбора методов исследования. Два основных модуля – графическое и функциональное моделирование – решают разные задачи, но часто используются совместно для достижения большей точности и полезности цифровых двойников. Сравнение этих технологий помогает понять их роль в разработке, эксплуатации и оптимизации сложных систем.

Графическое моделирование фокусируется на визуальном представлении объекта. Оно создает детализированную 3D-модель, отражающую геометрию,

текстуры и пространственные характеристики. Например, цифровой двойник здания может включать в себя точную визуализацию архитектурных элементов, инженерных коммуникаций и даже интерьеров. Инструменты вроде AutoCAD, Blender или Unity позволяют проектировать такие модели, интегрируя данные с лидарами, фотограмметрией и CAD-системой. Графическое моделирование особенно востребовано в строительстве, дизайне, игровых индустриях и AR/VR-приложениях, где важна прозрачность. Однако его возможности ограничены: модель может выглядеть реалистично, но не учитывает физические законы или динамику процессов. Например, 3D-копия ветрогенератора показывает его форму и расположение лопаток, но не объясняет, как скорость ветра влияет на выработку энергии [4].

Функциональное моделирование, напротив, направлено на имитацию поведения системы. Он использует математические уравнения, алгоритмы и симуляции для описания физических, природных или логических процессов. Такие платформы, как MATLAB, Simulink или ANSYS, позволяют моделировать работу двигателя, передачу тепла в реакторе или логистические цепочки на заводе. Например, функциональный двойник автомобиля может предсказать расход топлива в разных режимах езды, а модель производственной линии – оптимизировать скорость конвейера. Этот подход незаменим в инженерии, энергетике и автоматизации, где критична точность расчетов и прогнозирования. Однако без визуализации сетевых моделей сложно интерпретировать неспециалистам, что затрудняет их применение в кросс-дисциплинарных проектах.

Графическое моделирование решает задачи, связанные с визуальной коммуникацией и проектированием. Оно отвечает на вопросы: «Как выглядит объект?», «Как его компоненты расположены в пространстве?». Это важно для архитекторов, дизайнеров и маркетологов, которым необходимо внести продукт в его создание. Например, компания Tesla использует 3D-модели автомобилей для внедрения эргономики салона и презентаций инвесторам. Функциональное моделирование ориентировано на анализ и оптимизацию процессов. Оно отвечает на вопросы: «Как работает объект?», «Что случилось при предоставлении параметров?». Инженеры Siemens подготовили его для моделирования деталей газовых турбин, чтобы предотвратить поломки.

Включение графического и функционального моделирования – новые технологии, позволяющие решать уникальные задачи в рамках цифровых двойников. Графика обеспечивает визуализацию и взаимодействие с пользователем, а функционал – аналитику и прогнозирование. Их интеграция позволяет создавать комплексные двойники, которые не только «выглядят как реальность», но и «ведут себя как реальность». Однако успех зависит от баланса: перекос в сторону графика сделает модель бесполезной для

инженеров, а избыток функционала – непонятным для дизайнеров. Будущее цифровые двойники лежат в гибридных решениях, где технологии дополняют друг друга, а ИИ автоматизирует их взаимодействие [5].

В заключение, цифровые двойники трансформируют все аспекты легкой деятельности – от микроуровней (клеток, машины) до макросистемы (планеты, экономики). Их развитие будет зависеть не столько от технологий, сколько от способностей общества адаптироваться к новой реальности. Потребуются новые формы образования, стандарты и этические кодексы. Но если существо преодолеет эти вызовы, цифровые двойники станут мостом между физическим и цифровым мирами, помогая решать глобальные проблемы, которые сегодня являются неразрешимыми. Они превратятся не просто в инструменты, а в симбиотические партнеры человечества, расширяющие наши возможности понимать и изменять мир.

Источники

1. ГОСТ ISO 9000-2015. Межгосударственный стандарт. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

2. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

3. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

4. Ильина Д.И., Смирнов Ю.Н., Янова О.Ю. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 207-210.

5. Коданева А.В., Смирнов Ю.Н. Компоненты цифровых двойников предприятий: нейросетевые технологии и системы искусственного интеллекта // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 2024. С. 867-871.

УДК 004.9

3D-ПЕЧАТЬ КАК НОВОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Хайрутдинова Динара Ильнаровна, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
din0505din@gmail.com

Аннотация. В статье предложена 3D-печать, или аддитивное производство, которое представляет собой революционную технологию, изменяющую подход к созданию объектов с 1980-х годов. Она находит применение в медицине, автомобилестроении, строительстве и космической индустрии. Процесс включает последовательное наложение материалов на основе цифровой модели с использованием различных технологий, таких как FDM, SLA и SLS.В этой статье мы рассмотрим основные аспекты 3D-печати как нового научно-технического направления, его преимущества, вызовы и перспективы.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, новые технологии

3D PRINTING AS A NEW SCIENTIFIC AND TECHNICAL IRECTION

Khairutdinova Dinara Ilnarovna, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
din0505din@gmail.com

Abstract. The article proposes 3D printing, or additive manufacturing, which is a revolutionary technology that has been changing the approach to creating objects since the 1980s. It finds applications in medicine, automotive, construction, and the space industry. The process involves sequencing materials based on a digital model using various technologies such as FDM, SLA, and SLS.

Keywords: additive technologies, 3D printing, new technologies

3D-печать, или аддитивное производство, представляет собой революционную технологию, которая преобразует подход к созданию объектов и изделий. С момента своего появления в 1980-х годах, 3D-печать прошла долгий путь и сегодня занимает важное место в различных отраслях, включая медицину, автомобилестроение, строительство и даже космическую индустрию [1].

Основы 3D-печати.

3D-печать – это процесс создания трехмерных объектов путем последовательного наложения материалов на основе цифровой модели (см. рисунок).

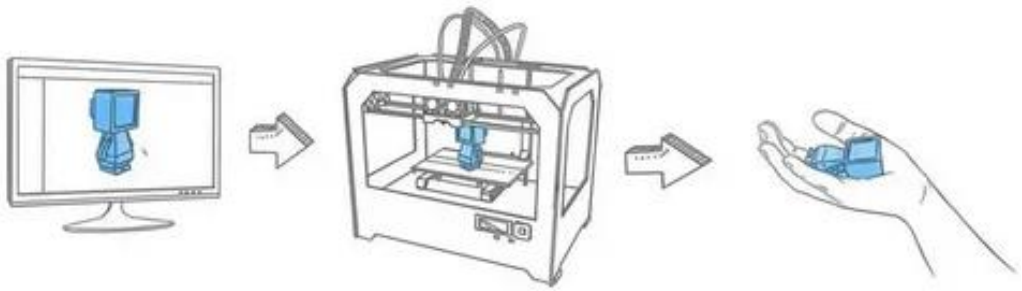


Рис. Цикл производства 3D модели

Существует несколько технологий 3D-печати, включая:

1. FDM (Fused Deposition Modeling) – одна из самых распространенных технологий, использующая термопластичные нити.

2. SLA (Stereolithography) – основана на фотополимеризации жидких смол с помощью лазера.

3. SLS (Selective Laser Sintering) – использует лазер для спекания порошковых материалов.

Каждая из этих технологий имеет свои уникальные характеристики и области применения. Преимущества 3D-печати

1. Индивидуализация и кастомизация: 3D-печать позволяет создавать уникальные изделия, адаптированные под конкретные потребности пользователя. Это особенно важно в медицине, где можно производить индивидуальные имплантаты и протезы.

2. Снижение затрат и времени: аддитивное производство значительно сокращает время на разработку и производство прототипов. Это позволяет ускорить вывод новых продуктов на рынок.

3. Экологичность: 3D-печать может снизить количество отходов, так как материал используется более эффективно по сравнению с традиционными методами производства, где происходит резка или вырубка.

4. Сложные геометрические формы: технология позволяет создавать сложные структуры, которые невозможно или крайне сложно изготовить традиционными методами [2].

Вызовы и ограничения.

Несмотря на все преимущества, 3D-печать сталкивается с рядом вызовов:

1. Качество и прочность: некоторые технологии 3D-печати могут не обеспечивать необходимое качество и прочность изделий для определенных применений, особенно в аэрокосмической и автомобильной отраслях.

2. Скорость производства: хотя для создания прототипов 3D-печать может быть быстрой, массовое производство все еще требует более эффективных решений.

3. Регулирование и стандарты: поскольку технологии быстро развиваются, необходимо создание новых стандартов и норм для обеспечения безопасности и качества продукции.

4. Стоимость оборудования: высококачественные 3D-принтеры могут быть дорогими, что ограничивает доступ к технологии для малых предприятий и стартапов.

Перспективы развития. Будущее 3D-печати выглядит многообещающим. Ожидается, что технологии будут продолжать развиваться, становясь более доступными и эффективными. Внедрение новых материалов, таких как биоматериалы и металлы с особыми свойствами, откроет новые горизонты для применения 3D-печати [3]. Кроме того, с развитием искусственного интеллекта и машинного обучения можно ожидать улучшения в процессе проектирования и оптимизации объектов для печати. Это приведет к созданию более сложных и эффективных изделий. 3D-печать – это не просто новая технология, а целое направление, которое меняет правила игры в производстве и дизайне. С каждым годом она находит все большее применение в различных сферах, предлагая инновационные решения для старых проблем. Важно продолжать исследовать возможности этой технологии, преодолевая существующие вызовы и открывая новые горизонты для ее применения в будущем.

Источники

1. Зиангиров А.Ф., Фархутдинов М.М., Хамитова Д.В. 3D моделирование и 3D печать // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р.З. Магарила: материалы конференции: Тюмень, 2022. С. 407-408.

2. Зиангиров А.Ф., Фархутдинов М.М., Хамитова Д.В. Методы исключения поддерживающих конструкций при 3D печати // Материалы II Международной научно-практической конференции «Наука и образование в условиях мировой нестабильности: проблемы, новые этапы развития». Ростов на Дону, 2022 С. 96-98.

3. Зиангиров А.Ф, Фархутдинов М.М., Хамитова Д.В. Способы исключения генерации поддерживающих конструкций при 3D моделировании // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. Матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. Казань, 2022. С. 201-204.

УДК 004-896

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК СТАДА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Халиев Жанат Тлекешевич
ФГБОУ ВО «Самарский университет», г. Самара, Россия
x.j.t.010502@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается разработка и применение цифрового двойника для моделирования и оптимизации управления стадом цыплят бройлеров. Представленный цифровой двойник учитывает такие параметры как температура, среднесуточная норма корма, вес и падеж, что позволяет прогнозировать рост, продуктивность и благополучие стада. Использование цифровых технологий обеспечивает возможность мониторинга состояния птицы в реальном времени, выявления аномалий и предотвращения потенциальных проблем. В статье приводится обзор существующих систем, обоснование выбора методов моделирования и примеры их практического применения.

Ключевые слова: цифровой двойник, цыплята-бройлеры, модель, оптимизация кормления, реальное время, повышение продуктивности.

THE DIGITAL TWIN OF A BROILER CHICKEN FLOCK

Haliev Janat Tleckeshevich
Samara University, Samara, Russia
x.j.t.010502@mail.ru

Abstract. This article discusses the development and application of a digital twin for modeling and optimizing the management of a broiler chicken flock. The presented digital twin takes into account parameters such as temperature, average daily feed rate, weight, and mortality, which allows for forecasting growth, productivity, and the well-being of the flock. The use of digital technologies provides the ability to monitor the condition of the birds in real time, identify anomalies, and prevent potential problems. The article provides an overview of existing systems, justification for the choice of modeling methods, and examples of their practical application.

Keywords: digital twin, broiler chicken, model, feeding optimization, real time, productivity improvement.

Современное сельское хозяйство сталкивается с задачей повышения эффективности производства при снижении затрат и минимизации воздействия на окружающую среду. Одним из ключевых направлений в этой области является использование цифровых технологий, таких как цифровые двойники (digital twins). Цифровой двойник – это виртуальная модель реального объекта

или процесса, которая позволяет прогнозировать его поведение, оптимизировать управление и минимизировать риски [1].

В птицеводстве, особенно в производстве мяса бройлеров, где важны высокие темпы роста, низкая себестоимость продукции и обеспечение благополучия животных, применение цифровых двойников становится особенно актуальным. Данная статья посвящена разработке цифрового двойника для моделирования и оптимизации управления стадом цыплят-бройлеров. Представленный цифровой двойник учитывает такие параметры, как температура, среднесуточная норма корма, вес и падеж, что позволяет прогнозировать рост, продуктивность и благополучие стада.

В настоящее время существует несколько подходов к автоматизации управления на основе цифровых двойников. Рассмотрим наиболее распространенные системы:

Сервис Dairy Production Analytics (DPA) – это цифровой двойник молочно-товарного производства, внедренный в 2018 г. в Ярославской области, на основе технологий Big Data и IoT с возможностью прогнозирования репродукции стада, объёмов производства молока и заболеваний животных [2].

SMART Broiler – компьютерная программа, предназначенная для автоматизации процессов управления и контроля на птицефабриках. Она помогает оптимизировать производственные процессы, контролировать здоровье птиц и отслеживать качество продукции. Программа также предоставляет информацию о кормлении, содержании и вакцинации птиц, что позволяет улучшить их здоровье и продуктивность [3].

Целью данной работы является разработка цифрового двойника для моделирования и оптимизации управления стадом цыплят-бройлеров.

Разработка цифрового двойника стада цыплят-бройлеров основана на анализе динамики их роста и состояния в зависимости от внешних условий содержания. Исходными данными для моделирования являются следующие параметры: стадии развития (например, престарт, старт, рост, откорм, финиш), дни развития (временной интервал с момента вылупления до забоя), температура (T) окружающей среды, среднесуточная норма корма (F), вес (W) птицы, падеж (P) – процент гибели стада.

Входные параметры системы являются среднесуточная норма корма и температура. Выходные параметры системы вес и падеж.

Каждый параметр характеризуется тремя уровнями значений: нормальный – оптимальное значение для данного дня развития, рекомендуемый диапазон допустимых значений, обеспечивающих стабильное развитие, критический – минимальный или максимальный порог, выход за который приводит к негативным последствиям.

Зависимость выходных параметров от входных описывается линейной моделью (1):

$$y = k \times x + b, \quad (1)$$

где y – выходной параметр, $\{y_{min} < y < y_{max}\}$; y_{min} – критический минимальный выходной параметр; y_{max} – критический максимальный выходной параметр; x – входной параметр; k – коэффициент $\{(y_{max} + y_{min})/ \{(x_{max} + x_{min})\}$; b – свободный коэффициент $\{y_{max} – \text{k} \times x_{max}\}$.

После завершения каждой стадии развития происходит корректировка модели на основе фактических данных. Для каждой стадии рассчитываются прогнозируемые значения выходных параметров, которые затем сравниваются с фактическими значениями реального объекта. Цель моделирования заключается в минимизации отклонения между фактическими и прогнозируемыми значениями, что формализуется целевой функцией (2):

$$F = \left|O_{s,\text{пол.}} - O_{s,\text{факт.}}\right| \rightarrow min, \quad (2)$$

где, $O_{s,\text{пол.}}$ – полученный выходной параметр системой, г; $O_{s.,\text{факт}}$ – фактический выходной параметр реального объекта, г.

Ограничения модели:

1. Входные данные должны находиться в пределах допустимых значений:

$T_{d,\,min} \leq T_{d,\,вх} \leq T_{d,\,max}$,

$F_{d,\,min} \leq F_{d,\,вх} \leq F_{d,\,max}$.

2. Выходные данные должны удовлетворять требованиям:

$W_{d,\,min} \leq W_{d,\,пол.} \leq W_{d,\,max}$.

3. Уровень падежа не должен превышать критического значения:

$P_{d,\,пол.} \leq P_{d,\,max}$.

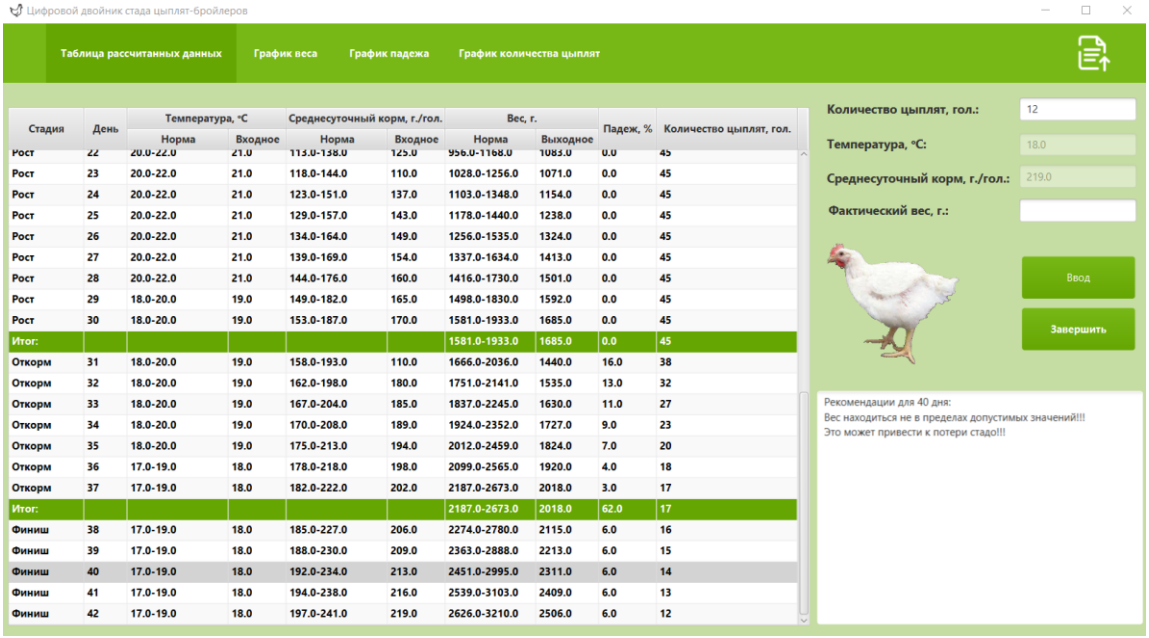
Если значения параметров нарушают ограничения, система выдает рекомендации по корректировке условий содержания или других параметров.

Разработка цифрового двойника стада цыплят-бройлеров выполнена на языке программирования Java с использованием библиотеки JavaFX для создания пользовательского интерфейса. Система состоит из трех основных компонентов: ввод данных, обработка модели и визуализация результатов.

Пользовательский интерфейс, предоставляет возможность ввода входных параметров системы через интерактивные поля или файла. Интерфейс включает следующие элементы: поля для ввода значений температуры, среднесуточной нормы корма, количества цыплят и фактического веса по окончании каждой стадии; кнопку для запуска расчетов и выгрузки рассчитанных значений в

файл; область для отображения полученных рекомендаций для каждого дня; таблицу значений; область для отображения графиков выходных параметров.

Интерфейс системы с результатами расчетов показан на рисунке 1.



Стадия	День	Температура, °C		Среднесуточный корм, г./гол.		Вес, г.		Падеж, %	Количество цыплят, гол.
		Норма	Входное	Норма	Входное	Норма	Выходное		
Рост	22	20.0-22.0	21.0	113.0-138.0	125.0	956.0-1168.0	1085.0	0.0	45
Рост	23	20.0-22.0	21.0	118.0-144.0	110.0	1028.0-1256.0	1071.0	0.0	45
Рост	24	20.0-22.0	21.0	123.0-151.0	137.0	1103.0-1348.0	1154.0	0.0	45
Рост	25	20.0-22.0	21.0	129.0-157.0	143.0	1178.0-1440.0	1238.0	0.0	45
Рост	26	20.0-22.0	21.0	134.0-164.0	149.0	1256.0-1535.0	1324.0	0.0	45
Рост	27	20.0-22.0	21.0	139.0-169.0	154.0	1337.0-1634.0	1413.0	0.0	45
Рост	28	20.0-22.0	21.0	144.0-176.0	160.0	1416.0-1730.0	1501.0	0.0	45
Рост	29	18.0-20.0	19.0	149.0-182.0	165.0	1498.0-1830.0	1592.0	0.0	45
Рост	30	18.0-20.0	19.0	153.0-187.0	170.0	1581.0-1933.0	1685.0	0.0	45
Итог:						1581.0-1933.0	1685.0	0.0	45
Откорм	31	18.0-20.0	19.0	158.0-193.0	110.0	1666.0-2036.0	1440.0	16.0	38
Откорм	32	18.0-20.0	19.0	162.0-198.0	180.0	1751.0-2141.0	1535.0	13.0	32
Откорм	33	18.0-20.0	19.0	167.0-204.0	185.0	1837.0-2245.0	1630.0	11.0	27
Откорм	34	18.0-20.0	19.0	170.0-208.0	189.0	1924.0-2352.0	1727.0	9.0	23
Откорм	35	18.0-20.0	19.0	175.0-213.0	194.0	2012.0-2459.0	1824.0	7.0	20
Откорм	36	17.0-19.0	18.0	178.0-218.0	198.0	2099.0-2565.0	1920.0	4.0	18
Откорм	37	17.0-19.0	18.0	182.0-222.0	202.0	2187.0-2673.0	2018.0	3.0	17
Итог:						2187.0-2673.0	2018.0	62.0	17
Финиш	38	17.0-19.0	18.0	185.0-227.0	206.0	2274.0-2780.0	2115.0	6.0	16
Финиш	39	17.0-19.0	18.0	188.0-230.0	209.0	2363.0-2888.0	2213.0	6.0	15
Финиш	40	17.0-19.0	18.0	192.0-234.0	213.0	2451.0-2995.0	2311.0	6.0	14
Финиш	41	17.0-19.0	18.0	194.0-238.0	216.0	2539.0-3103.0	2409.0	6.0	13
Финиш	42	17.0-19.0	18.0	197.0-241.0	219.0	2626.0-3210.0	2506.0	6.0	12

Рис. 1. Интерфейс системы и результаты расчетов

После ввода данных система выполняет расчеты и строит графики, отражающие динамику изменения выходных параметров в зависимости от дней развития. Также система отображает рекомендации для данного дня, основываясь на анализе отклонений между прогнозируемыми и фактическими значениями.

Модель расчета выходных параметров использует данные, загружаемые из файла при запуске системы. Файл содержит информацию о нормальных, рекомендуемых и критических значениях параметров для каждого дня развития. При запуске системы файл автоматически загружается, и его данные используются для инициализации модели. Это позволяет системе работать с предопределенными параметрами, что обеспечивает точность и надежность расчетов.

Источники

1. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт // М.: ООО «АльянсПринт». 2020. С. 401.

2. Dairy Production Analytics [Электронный ресурс]. URL: https://smart4agro.com/ru/dpa/ (дата обращения 15.03.25).

3. SMART Broiler [Электронный ресурс]. URL: https://foundationfar.org/programs/smart-broiler/ (дата обращения 15.03.25).

УДК 004.9

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩЕЕ ЗАРАНЕЕ ОТСЛЕЖИВАТЬ ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНА

Хамраев Азат Мурадович, Суннатов Арслан Байрамбаевич, Ходжагелдиева Айнур Атахановна
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
pvm87818@gmail.com

Аннотация. Данная программа позволяет пользователям отслеживать выполнение производственного плана и статистические данные о производительности труда в графическом виде. Также имеется раздел уведомлений для пользователей программы, позволяющий делать объявления. Это поможет значительно сэкономить время пользователям (офисам, предприятиям), использующим эту программу.

Ключевые слова: программное обеспечение, мониторинг, план, производство.

ANALYSIS OF THE RESILIENCE OF MODERN CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS

Hamrayev Azat Muradovich, Sunnatov Arslan Bayrambayevich, Hojageldiyeva Aynur Atahanovna
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
pvm87818@gmail.com

Abstract. Based on this program, it allows the users to monitor the execution of the production plan and the statistical data of the work performance in a graphical view. There is also a notification section for the users of this program to make their announcements. This will help to save a lot of time for the user (office, business) using this program.

Keywords: software, monitor, plan, production.

The Internet, which is an integral part of our lives, requires a high level of information security. Because the Internet can be accessed from any country and from any location and influence the information on it. Computer systems deployed in any industry, military or educational institution must be maximally protected against various malicious programs, computer viruses, artificial interference devices, and computer criminals. Data stored, sent and received in digital systems of all sectors of the country must be unified and protected. When using cryptographic protection methods, it is necessary to ensure that the keys do not fall into the hands of other unauthorized users.

Because the occurrence of this situation leads to a complete violation of the safety of my vehicle. In order to avoid such situations, it is imperative that each structure or program intended for key management in the information security system is tested for various situations.

The main window of the web page created by the taken action can be seen in the image below.

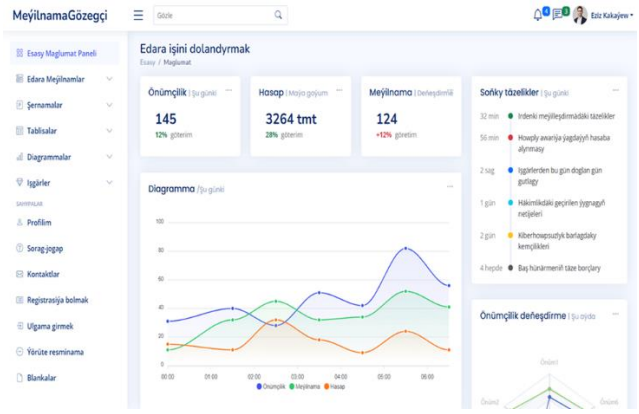


Fig. 1. Main page

This website has special sections that allow you to monitor the progress of the production plan.

Fig. 2. Managing page

As you can see from the window below, this program has a statistics section that allows you to monitor the progress.

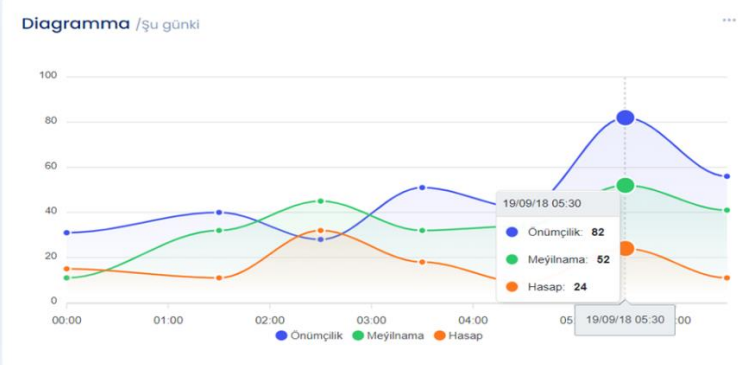


Fig. 3. The page of Statistics diagram in project

As you can see, this app also has a notification section.

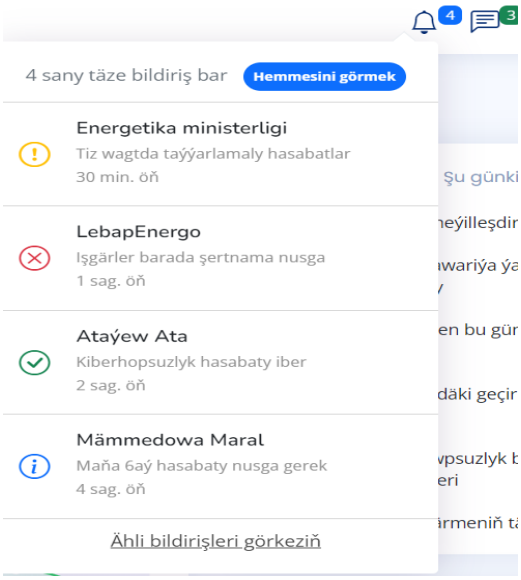


Fig. 4. Notification page

In general, «Software that enables monitoring of the implementation of a predetermined plan in production» is of great importance in improving the security of electronic document circulation. This system is based on an advanced scheme for data protection management. The system allows to solve the following problems in data transfer systems, computerized systems, i.e. reliability and security of data exchange in electronic document exchange, high level of confidentiality of transmitted key information, resistance to various crypto-attacks.

References

1. Бирюков А.А. Информационная безопасность: защита и нападение // М.: ДМК Пресс. 2013. С. 474.

2. Громов Ю.Ю., Драчев В.О., Иванова О.Г. Информационная безопасность и защита информации: Учебное пособие // Ст. Оскол: ТНТ, 2010. С. 384.

3. Партыка Т.Л., Попов И.И. Информационная безопасность: Учебное пособие // М.: Форум. 2012. С. 432.

4. Дейтел Х.М., Дейтел П.Д., Чофнес Д.Р. Операционные системы. Распределенные системы, сети, безопасность // Пер. с англ. С.М. Молявко. М.: БИНОМ. 2013. Т. 2. С. 704.

5. Скляров О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи // СПб.: Лань. 2010. С. 272.

УДК 005.8

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ВНУТРЕННЕЙ ЛОГИСТИКИ НА СКЛАДЕ КОМПАНИИ «АЛЬФА АВТОМАТИВ ТЕХНОЛОЖИЗ»

Хасанов Даниил Рашитович, Крылов Кирилл Павлович, Свотин Руслан Владиславович
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
powersoap@yandex.ru

Аннотация. В статье анализируется проблема внутренней логистики склада, связанная с неэффективностью системы сбора деталей. Рассмотрены негативные последствия для производства. Особое внимание уделено автоматизации бизнес-процесса формирования списка деталей при сборке палета. Определены основные документы и функции бизнес-процесса. Представлена функциональная модель бизнес-процесса. Внедрение автоматизированной системы будет способствовать более эффективному сбору деталей, снизит нагрузку на кладовщиков и улучшит контроль процессов.

Ключевые слова: внутренняя логистика склада, сборка, анализ, моделирование.

ANALYSIS OF THE INTERNAL LOGISTICS PROCESS AT THE «ALPHA AUTOMATIVE TECHNOLOGIES» WAREHOUSE

Khasanov Daniil Rashitovich, Krylov Kirill Pavlovich, Svotin Ruslan Vladislavovich
Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia
powersoap@yandex.ru

Abstract. The article analyzes the problem of the warehouse's internal logistics related to the inefficiency of the parts collection system. The negative consequences for production are considered. Special attention is paid to automating the business process of forming a list of parts during package assembly. The main documents and functions of the business process are defined. A functional model of the business process is presented. The introduction of an automated system will facilitate more efficient collection of parts, reduce the burden on storekeepers and improve process control.

Keywords: internal warehouse logistics, assembly, analysis, modeling.

На современных автомобильных производствах, где каждая минута простоя конвейера оборачивается колоссальными убытками, бесперебойная работа склада кузовных компонентов становится критически важной. Компания «Альфа Автоматив Техноложиз», поставляющая элементы кузовов для ведущих автопроизводителей, сталкивается с рядом системных проблем в организации складской логистики, которые требуют комплексного решения.

Внутренняя логистика на складе автомобильных кузовных компонентов – это особый мир со своей спецификой. Здесь хранятся хрупкие капоты и массивные крылья, блестящие новые двери и матовые защитные панели. Каждый элемент требует индивидуального подхода к хранению и транспортировке.

Основная проблема заключается в том, что традиционные методы складирования, эффективные для стандартных деталей, совершенно не подходят для кузовных элементов. Крупногабаритные панели, занимающие значительные площади, требуют специальных условий хранения. При этом даже незначительная царапина или вмятина на поверхности делает деталь бракованной, что ведет к прямым финансовым потерям.

Еще одна серьезная проблема – идентификация и учет. Разнообразие модификаций для разных моделей автомобилей превращает склад в настоящий лабиринт. Одинаковые на первый взгляд крылья могут отличаться миллиметровыми нюансами креплений, что при ручном учете неизбежно приводит к ошибкам комплектации.

Автомобильные кузовные детали предъявляют исключительные требования к условиям хранения. Окрашенные поверхности чувствительны к перепадам температуры и влажности, алюминиевые элементы подвержены коррозии, а стальные панели могут деформироваться при неправильном складировании. Традиционное штабелирование, эффективное для многих других видов продукции, здесь совершенно неприменимо. Каждый слой защиты, каждый контакт поверхностей должен быть продуман до мелочей. При этом экономия пространства остается важнейшим фактором, так как площади складов всегда ограничены.

Первым и самым важным шагом должно стать внедрение специализированного стеллажного оборудования. Современные системы хранения для кузовных деталей – это не просто металлические конструкции, а высокотехнологичные решения с мягкими прокладками, регулируемыми креплениями и продуманной системой доступа.

Особое внимание следует уделить системе идентификации. Вместо традиционных бумажных ярлыков необходимо внедрить цифровую маркировку каждой детали. Современные RFID-метки или QR-коды позволяют мгновенно получать полную информацию о характеристиках элемента, его назначении и условиях хранения. Интеграция модели IDFE0 в систему управления складом обеспечит интеллектуальный анализ данных: от автоматического контроля состояния деталей до прогнозирования их востребованности и оптимизации сбора деталей в паллеты с учётом сроков поставок и производственных циклов [2, 3].

На рисунке 1 представлена функциональная модель бизнес-процесса «Внутренняя логистики склада» в нотации IDEF0 контекстная диаграмма [1].

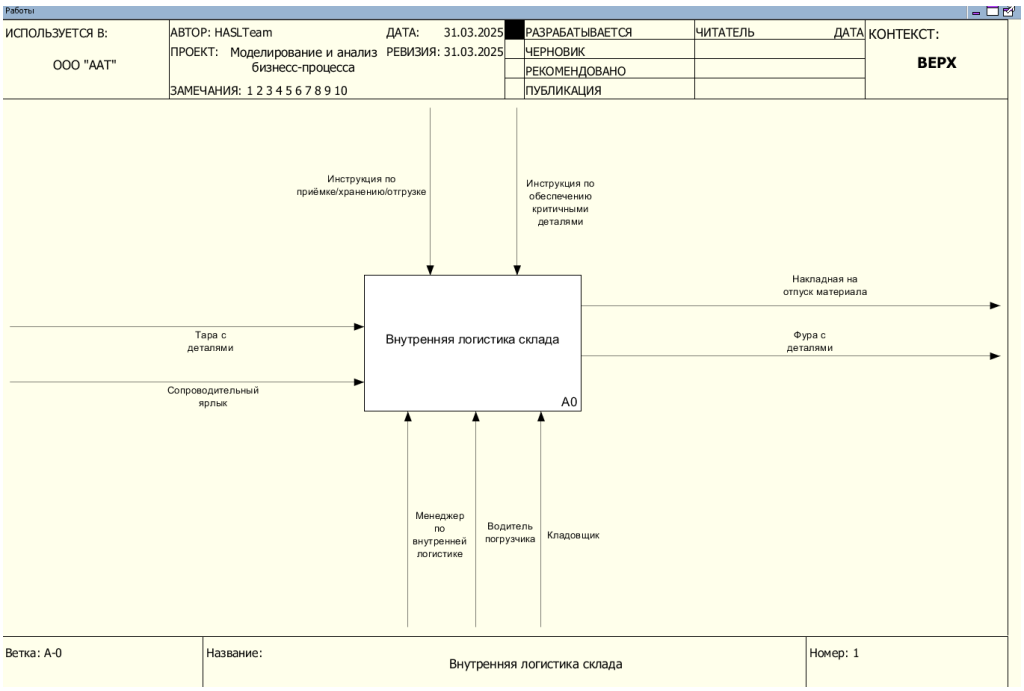


Рис. 1. Контекстный A-0 уровень функциональной IDEF0-модели бизнес-процесса «Внутренняя логистики склада»

Контекстный уровень функциональной IDEF0-модели позволяет рассмотреть основные составляющие этого процесса, а с помощью главной диаграммы A0 уровня можно более детально представить функции бизнес-процесса, выполняемые менеджером и кладовщиками склада, а также внутренний документооборот процесса внутренней логистики.

На рисунке 2 представлена функциональная модель бизнес-процесса «Внутренняя логистики склада» в нотации IDEF0 главная диаграмма [1].

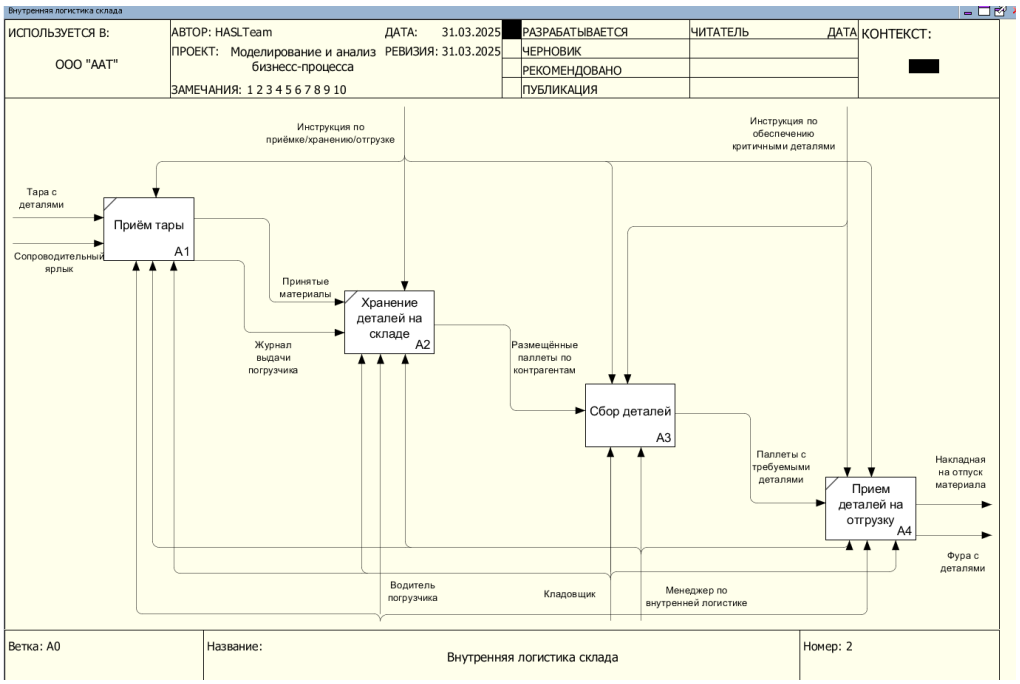


Рис. 2. Главная диаграмма функциональной IDEF0-модели бизнес-процесса «Внутренняя логистики склада»

Реализация комплексной программы оптимизации складской логистики принесет компании «Альфа Автоматив Техноложиз» целый ряд существенных преимуществ. Прежде всего, это значительное сокращение случаев повреждения деталей при хранении и транспортировке. Качественная защита поверхностей сохранит товарный вид продукции и избавит от дорогостоящего ремонта.

Автоматизация учета позволит минимизировать ошибки комплектации и сократить время обработки заказов. Это особенно важно при работе с автопроизводителями, где соблюдение временных рамок часто важнее финансовых условий контракта.

Рациональное использование складских площадей даст возможность увеличить объемы хранения без расширения территорий, а продуманная логистика внутренних перемещений сократит трудозатраты и повысит общую эффективность работы склада.

Для компании, работающей в сфере поставок автомобильных кузовных компонентов, совершенствование складской логистики – это не просто вопрос оптимизации затрат, а стратегическая необходимость. В условиях жесткой конкуренции только безупречная организация всех процессов может гарантировать стабильность поставок и долгосрочное сотрудничество с автопроизводителями. Реализация комплексной программы модернизации склада позволит «Альфа Автоматив Техноложиз» выйти на новый уровень качества обслуживания и укрепить свои позиции на рынке.

Источники

1. Федорова О.В., Мамаева А.А., Якунина Е.А. Применение методологий SADT и ARIS для моделирования и управления бизнес-процессами информационных систем // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80. № 1 (75). С. 105-109.

2. Махмутова М.В. Управление данными // Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. 2021. С. 80.

3. Назарова О.Б., Масленникова О.Е., Наумова У.В. Разработка автоматизированной системы: полный жизненный цикл: учебно-методическое пособие [для вузов] // Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И.Носова. Магнитогорск, 2020.

УДК 004.9

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: НОВЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

Хесаметдинов Ильшат Ильясович, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ilshatkurmaev@gmail.com

Аннотация. Аддитивные технологии, более известные как 3D-печать, совершили настоящую революцию в различных отраслях промышленности, от прототипирования и производства до медицины и строительства. В основе этого технологического прогресса лежат полимерные материалы, постоянно совершенствующиеся и расширяющие границы возможностей 3D-печати. Эта статья посвящена новым полимерным материалам, которые открывают новые перспективы для аддитивных технологий.

Ключевые слова: полимеры, материалы, 3D-печать, термостойкость, полимерные материалы, механические свойства

ADDITIVE TECHNOLOGIES: NEW POLYMER MATERIALS FOR 3D PRINTING

Khesametdinov Ilshat Ilyasovich, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
ilshatkurmaev@gmail.com

Abstract. Additive technologies, better known as 3D printing, have revolutionized various industries, from prototyping and manufacturing to medicine and construction. This technological progress is based on polymer materials, which are constantly improving and expanding the boundaries of 3D printing capabilities. This article is devoted to new polymer materials that open up new perspectives for additive technologies.

Keywords: polymers, materials, 3D printing, Heat resistance, polymer materials, mechanical properties

Эволюция полимеров для 3D-печати.

Первые 3D-принтеры работали с ограниченным набором полимеров, в основном с ABS и PLA. Эти материалы до сих пор широко используются благодаря своей доступности, простоте печати и приемлемым механическим свойствам. Однако, современные требования к конечному продукту, будь то высокая прочность, термостойкость, гибкость или биосовместимость, требуют разработки новых, более совершенных полимерных материалов [1].

Новые горизонты полимерных материалов.

Современные исследования и разработки в области полимерной химии привели к созданию целого ряда новых материалов, расширяющих возможности 3D-печати:

– Инженерные термопластики: PEEK (полиэфирэфиркетон), PEKK (полиэфиркетонкетон) и ULTEM (полиэфиримид) – это высокопроизводительные термопластики, обладающие исключительной термостойкостью, химической стойкостью и механической прочностью. Они применяются в аэрокосмической, автомобильной и медицинской промышленности для создания деталей, работающих в экстремальных условиях.

– Резины: эластичные и гибкие полимеры, такие как TPU (термопластичный полиуретан) и силиконовые эластомеры, позволяют печатать детали с высокой степенью деформации и возвращения в исходное состояние. Они идеально подходят для производства уплотнителей, амортизаторов, гибких датчиков и других применений, требующих эластичности.

– Композитные материалы: полимеры, армированные волокнами (углеродными, стеклянными, кевларовыми), позволяют создавать детали с повышенной прочностью и жесткостью при относительно небольшом весе. Они используются в авиации, автомобилестроении и спортивном оборудовании.

– Фотополимеры: жидкие смолы, отверждаемые под воздействием ультрафиолетового света, используются в стереолитографии (SLA) и цифровой световой проекции (DLP). Современные фотополимеры обладают высокой точностью, гладкостью поверхности и позволяют создавать детали с сложной геометрией. Разрабатываются фотополимеры с улучшенными механическими свойствами, термостойкостью и биосовместимостью.

– Биоразлагаемые и биосовместимые полимеры: полимолочная кислота (PLA), полигликолевая кислота (PGA) и поликапролактон (PCL) – это примеры биоразлагаемых и биосовместимых полимеров, используемых в медицинских имплантах, тканевой инженерии и упаковке. Новые разработки направлены на улучшение их механических свойств и скорости разложения.

Преимущества и недостатки.

Каждый из этих материалов имеет свои уникальные преимущества и недостатки, которые следует учитывать при выборе для конкретного применения. Например, инженерные термопластики обеспечивают высокую производительность, но требуют дорогостоящего оборудования и сложных процессов печати. Резины обеспечивают гибкость, но могут быть сложными в обработке. Композитные материалы обеспечивают прочность, но требуют специальных методов армирования. Фотополимеры обеспечивают высокую точность, но обычно имеют ограниченные механические свойства. Биополимеры экологичны, но могут иметь ограниченную прочность и термостойкость.

Тенденции и перспективы.

Развитие полимерных материалов для 3D-печати находится в постоянном движении. Среди наиболее перспективных направлений можно выделить:

– Разработка полимеров с заданными свойствами: создание полимеров с программируемыми свойствами, такими как изменяемая жесткость, проводимость и биоактивность.

– Улучшение процессов печати: разработка новых методов печати, позволяющих более эффективно использовать существующие и новые полимеры. Интеграция с другими материалами: разработка гибридных процессов, сочетающих 3D-печать с другими технологиями, такими как литье под давлением и механическая обработка.

– Использование искусственного интеллекта и машинного обучения: применение алгоритмов машинного обучения для оптимизации параметров печати и прогнозирования свойств конечного продукта.

Новые полимерные материалы играют ключевую роль в расширении возможностей 3D-печати. Разработка материалов с улучшенными механическими свойствами, термостойкостью, биосовместимостью и другими важными характеристиками открывает новые горизонты для аддитивных технологий в различных отраслях промышленности [2]. Продолжающиеся исследования и разработки в этой области обещают еще больше инновационных решений в будущем, делая 3D-печать более доступной, универсальной и эффективной.

Источники

1. Хамитова Д.В., Филимонов С.С. Широкий спектр возможностей программы КОМПАС-3D // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы VIII Национальной научно-практической конференции. Казань, 2023. С. 593-595.

2. Зиангиров А.Ф., Фархутдинов М.М., Хамитова Д.В. 3D моделирование и 3D печать // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р.З. Магарила: материалы конференции: Тюмень, 2022. С. 407-408.

3. Шарафутдинова Д.Ш., Шарипов И.И. 3D-печать как новое научно-техническое направление // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 664-667.

УДК 330

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА: ПОНЯТИЕ, СТРУКТУРА И ЗНАЧЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Ходжамаммедов Мекан Мерданович, Абдыев Джумамухаммет Рахманович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
mekanhoja2021@gmail.com

Аннотация. Цифровая экосистема представляет собой комплекс взаимосвязанных цифровых технологий, платформ, данных и пользователей, взаимодействующих в едином цифровом пространстве. В статье рассматриваются ключевые элементы цифровой экосистемы, включая цифровые платформы, технологическую инфраструктуру, пользователей, цифровые финансы и кибербезопасность. Описаны преимущества цифровых экосистем, такие как автоматизация процессов, интеграция сервисов, доступ к данным и обеспечение безопасности. Приведены примеры глобальных цифровых экосистем, включая Google, Apple, Amazon и государственные платформы. В заключении обсуждается значение цифровых экосистем в современном мире и перспективы их дальнейшего развития.

Ключевые слова: цифровая экосистема, цифровые технологии, цифровые платформы, искусственный интеллект, большие данные, интернет вещей (IoT), блокчейн, кибербезопасность.

DIGITAL ECOSYSTEM: CONCEPT, ELEMENTS, AND SIGNIFICANCE

Hojamammedov Mekan Merdanovich, Abdyyev Jumamuhammet Rahmanowich
State energy institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
mekanhoja2021@gmail.com

Abstract. A digital ecosystem is a complex network of interconnected digital technologies, platforms, data, and users interacting within a unified digital space. This article explores the key elements of digital ecosystems, including digital platforms, technological infrastructure, users, digital finance, and cybersecurity. It highlights the benefits of digital ecosystems, such as process automation, service integration, data accessibility, and security enhancement. Examples of global digital ecosystems, including Google, Apple, Amazon, and government platforms, are provided. The conclusion discusses the significance of digital ecosystems in the modern world and their prospects for future development.

Keywords: digital ecosystem, digital technology, digital platform, artificial intelligence, big date, internet of things (IoT), blockchain, cybersecurity

В эпоху цифровых технологий экосистемы становятся неотъемлемой частью экономики, бизнеса и общества. Цифровая экосистема представляет собой совокупность технологических решений, платформ, данных и пользователей, которые взаимодействуют друг с другом для создания единого цифрового пространства. Эта концепция стала ключевой в развитии крупных компаний и государства, влияя на инновации, экономику и образ жизни людей.

Что такое цифровая экосистема?

Цифровая экосистема – это интегрированная система цифровых решений, включающая программные платформы, сетевые технологии, устройства и пользователей. Она формируется вокруг крупных технологических компаний, государственных платформ или отраслевых сервисов, создавая удобную и эффективную среду для работы, общения и торговли.

Основные элементы цифровой экосистемы.

Цифровая экосистема состоит из нескольких ключевых компонентов:

1. Цифровые платформы – это онлайн-сервисы и приложения, обеспечивающие взаимодействие пользователей и организаций (например, Google, Amazon, Facebook, Яндекс).

2. Технологическая инфраструктура – включает облачные вычисления, большие данные, интернет вещей (IoT), блокчейн и искусственный интеллект.

3. Пользователи и организации – конечные пользователи, бизнес-компании, государственные структуры, которые используют цифровые технологии.

4. Цифровые финансы – системы онлайн-платежей, криптовалюты, финтех-решения.

5. Кибербезопасность – меры и технологии для защиты данных и цифровых сервисов.

Преимущества цифровой экосистемы

1. Удобство и скорость – пользователи получают быстрый доступ к услугам и информации.

2. Автоматизация процессов – сокращение затрат и повышение эффективности бизнеса.

3. Интеграция сервисов – возможность работы нескольких платформ в единой среде.

4. Доступ к данным – анализ информации помогает компаниям принимать правильные решения.

5. Безопасность – современные технологии защиты данных обеспечивают высокий уровень конфиденциальности.

Примеры цифровых экосистем.

Google – объединяет поисковые системы, рекламу, облачные технологии, мобильные сервисы и искусственный интеллект.

Apple – создала экосистему устройств, приложений, облачных сервисов и платёжных решений.

Amazon – сочетает онлайн-торговлю, облачные технологии (AWS) и логистику.

Государственные цифровые экосистемы – такие как «Госуслуги» в России или система электронного правительства в Эстонии.

Заключение

Цифровая экосистема стала основой для современного общества, обеспечивая удобство, скорость и безопасность в различных сферах жизни. С развитием технологий она продолжает расширяться, влияя на экономику, бизнес и повседневную деятельность людей. В будущем цифровые экосистемы станут ещё более интегрированными, умными и автономными, открывая новые возможности для общества и бизнеса.

Источники

1. Верещагин Д.С. Цифровые экосистемы: принципы формирования и развития // М.: Наука. 2020. С. 256.

2. Иванов П.А., Смирнова Е.В. Информационные технологии в цифровой экономике // СПб.: Питер. 2021. С. 320.

3. Сидоров А.В. Блокчейн и искусственный интеллект в цифровых экосистемах // Казань: Инновации. 2022. С. 198.

УДК 330

ЦИФРОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И АНТИПЛАГИАТ: ИЗМЕНЕНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ

Ходжамаммедов Мекан Мерданович, Бердиева Гулшат Аннаназаровна
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
mekanhoja2021@gmail.com

Аннотация. В Цифровые экосистемы становятся неотъемлемой частью современной экономики и образовательных процессов. Их развитие влияет на создание новых моделей защиты интеллектуальной собственности, включая борьбу с плагиатом. В статье рассматриваются основные особенности цифровых экосистем, их влияние на вопросы антиплагиата и новые вызовы для обеспечения академической честности.

Ключевые слова: цифровые экосистемы, антиплагиат, интеллектуальная собственность, защита данных, образовательные технологии.

DIGITAL ECOSYSTEMS AND ANTI-PLAGIARISM: CHANGES IN INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT

Hojamammedov Mekan Merdanovich, Berdieva Gulshat Annanazarovna
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
mekanhoja2021@gmail.com

Abstract. Digital ecosystems are becoming an integral part of the modern economy and educational processes. Their development affects the creation of new models for the protection of intellectual property, including the fight against plagiarism. The article discusses the main features of digital ecosystems, their impact on anti-plagiarism issues and new challenges for ensuring academic integrity

Keywords: digital ecosystems, anti-plagiarism, intellectual property, data ptotection, educational technologies.

Цифровые экосистемы – это совокупности взаимосвязанных технологий, платформ и сервисов, которые обеспечивают обмен данными и интеграцию различных процессов. В последние годы цифровизация образования, науки и бизнеса значительно ускорилась, что привело к необходимости разработки новых методов защиты авторских прав и предотвращения плагиата. Важным аспектом является интеграция современных антиплагиатных технологий в эти экосистемы.

Особенности цифровых экосистем.

1. Интеграция данных и сервисов.

Цифровые экосистемы обеспечивают доступ к разнообразным базам данных, научным публикациям и образовательным платформам, что способствует обмену знаниями.

Стандартизация данных и использование открытых стандартов способствуют развитию новых технологий для защиты интеллектуальной собственности.

2. Модели взаимодействия участников экосистемы.

Пользователи (ученые, студенты, преподаватели) в рамках цифровых экосистем обмениваются научными и образовательными материалами.

Эффективная защита информации требует применения комплексных антиплагиатных инструментов.

3. Риски и вызовы.

Открытые данные и ресурсы создают угрозу утечек информации, а также могут способствовать недобросовестному заимствованию контента.

Новые технологии, такие как нейросети, могут использоваться для создания фальсифицированных текстов, что ставит под угрозу существующие системы защиты.

Антиплагиат в условиях цифровых экосистем

1. Интеграция антиплагиатных систем с цифровыми платформами..

Современные антиплагиатные системы используют машинное обучение и искусственный интеллект для обнаружения сложных форм заимствований.

Развитие систем анализа метаданных, связанных с публикациями, улучшает точность проверки оригинальности контента.

2. Использование блокчейн-технологий для защиты авторских прав.

Применение блокчейна для создания неизменяемых записей о публикациях позволяет гарантировать авторство и защитить данные от фальсификации.

Смарт-контракты обеспечивают автоматическую фиксацию прав на произведения и предотвращают незаконное заимствование.

3. Этические и правовые вопросы.

В цифровых экосистемах необходимо соблюдать баланс между открытым доступом к информации и защитой авторских прав.

Проблемы правового регулирования, включая стандарты антиплагиата на международном уровне, требуют единого подхода.

Будущее антиплагиатных технологий в цифровых экосистемах

1. Самообучающиеся системы и нейросети.

Внедрение самообучающихся алгоритмов для повышения точности выявления плагиата в текстах, создаваемых нейросетями.

Прогнозируется развитие технологий, которые будут выявлять не только прямое заимствование, но и более сложные формы, такие как концептуальное заимствование.

2. Глобальное сотрудничество и стандарты.

Для борьбы с плагиатом в глобальных цифровых экосистемах необходимо разработать международные стандарты и соглашения.

Совместная работа университетов и научных центров позволит создать прозрачную систему защиты авторских прав в сети.

Цифровые экосистемы открывают новые возможности для обмена знаниями и научными исследованиями, но вместе с тем создают новые вызовы для защиты интеллектуальной собственности. Интеграция современных антиплагиатных технологий, использование искусственного интеллекта и блокчейна, а также международное сотрудничество помогут эффективно бороться с плагиатом и обеспечить защиту авторских прав в цифровом мире.

Источники

1. Петров П.П. Цифровые экосистемы и их влияние на защиту данных // Научные исследования. 2023. Т. 15. №2.

2. Иванов И.И. Блокчейн и интеллектуальная собственность: новый подход к защите // Журнал цифровых технологий. 2022. №5.

3. Сидоров С.С. Антиплагиат и искусственный интеллект в цифровую эпоху // Вестник образования и науки. 2021. №4.

УДК: 338.2

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ВНЕДРЕНИЯ BIM В ЦИФРОВУЮ ЭКОСИСТЕМУ НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ТРИЗ

Хугаев Аслан Заурович
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
hugaevasl@mail.ru

Аннотация. Современная строительная отрасль активно переходит к цифровой экосистеме, где ключевую роль играет внедрение технологий информационного моделирования (BIM). Однако процесс интеграции BIM в цифровую экосистему сопровождается рядом проблем, для решения которых в статье предлагается использовать инструментарий теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), который позволяет выявлять и устранять противоречия на системном уровне. Разработанная стратегия внедрения BIM в цифровую экосистему основана на интеграции подходов ТРИЗ. Предложенные решения направлены на повышение эффективности бизнес-процессов, снижение затрат и адаптацию организаций к требования цифровой экономики.

Ключевые слова: BIM, ТРИЗ, цифровая экосистема, противоречия, строительная отрасль, проектно-изыскательские организации, информационное моделирование, приемы разрешения противоречий

DEVELOPMENT OF A BIM IMPLEMENTATION STRATEGY IN THE DIGITAL ECOSYSTEM BASED ON TRIZ TOOLS

Hugaev Aslan Zaurovich
National research university «MPEI», Moscow, Russia
hugaevasl@mail.ru

Abstract. The modern construction industry is actively moving towards a digital ecosystem, where the introduction of information modeling (BIM) technologies plays a key role. However, the process of IBM integration into the digital ecosystem is accompanied by a number of problems, for which the article suggests using the tools of the theory of inventive problem solving (TRIZ), which allows identifying and eliminating contradictions at the system level. The developed BIM implementation strategy in the digital ecosystem is based on the integration of TRIZ approaches. The proposed solutions are aimed at improving the efficiency of business processes, reducing costs and adapting organizations to the demands of the digital economy.

Keywords: BIM, TRIZ, digital ecosystem, contradictions, construction industry, design and survey organizations, information modeling, contradiction resolution techniques

Современная строительная отрасль находится на этапе активной цифровизации, направленной на повышение эффективности проектирования, строительства и эксплуатации объектов. Одной из ключевых технологий, обеспечивающих переход к цифровой экосистеме, является информационное моделирование BIM. BIM позволяет интегрировать данные на всех этапах жизненного цикла объекта, что способствует сокращению сроков проектирования, снижению количества ошибок в документации и повышению взаимодействия между участниками проекта [1].

Анализ работ [2-4] выявил основные проблемы внедрения BIM на этапе проектирования в строительстве. Среди ключевых барьеров – высокие первоначальные затраты на программное обеспечение и обучение, нехватка квалифицированных специалистов, сопротивление персонала из-за страха перед сложностью технологий и недостаточной информированности. Также отмечаются проблемы несовместимости программного обеспечения у участников проектов, что усложняет интеграцию данных и трудности адаптации BIM к существующим бизнес-процессам, требующие перестройки рабочих структур. Эти факторы замедляют внедрение BIM, что требует системных решений для преодоления указанных препятствий.

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ), разработанная Ш.С. Альтшуллером, используется для выявления и устранения противоречий в сложных системах: для повышения адаптивности к изменениям в бизнес-экосистемах [5], для преодоления ограничения в управлении инновационными проектами [6], для повышения эффективности управления персоналом [7].

Одной из ключевых проблем внедрения BIM является противоречие между простотой и функциональностью системы (рис. 1).

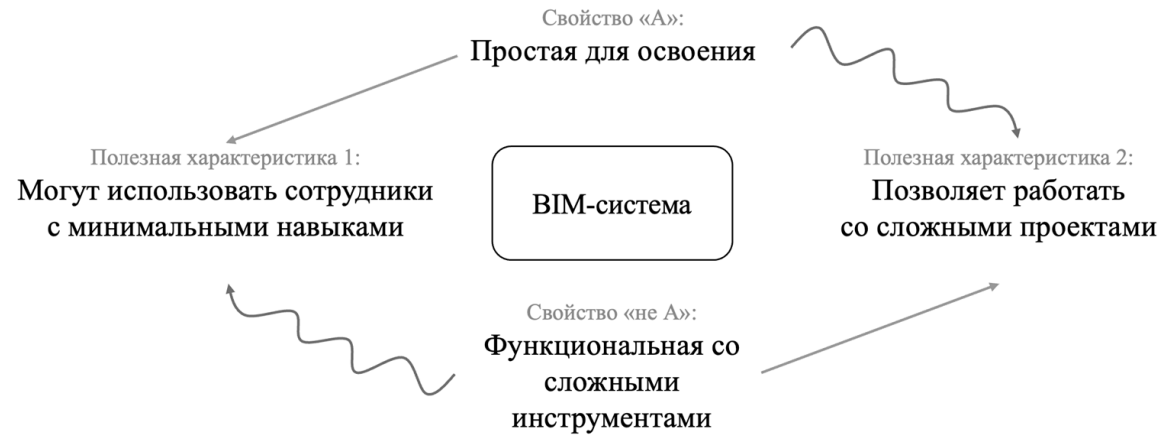


Рис. 1. Первое противоречие

Еще одним значимым противоречием является конфликт между инновационностью и традиционностью бизнес-процессов (рис. 2).

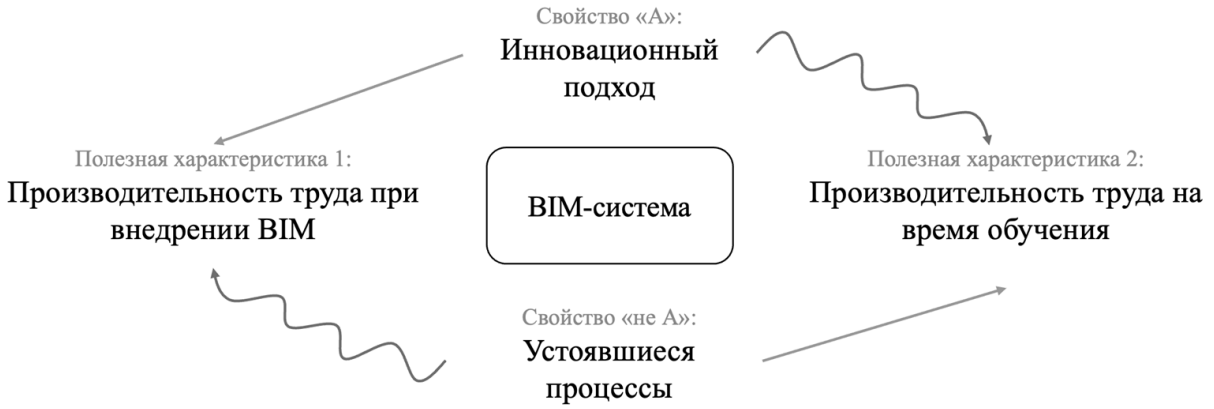


Рис. 2. Второе противоречие

Третье ключевое противоречие связано с эффективностью применения BIM на ранних стадиях проектирования и сложностью внесения изменений на поздних этапах.

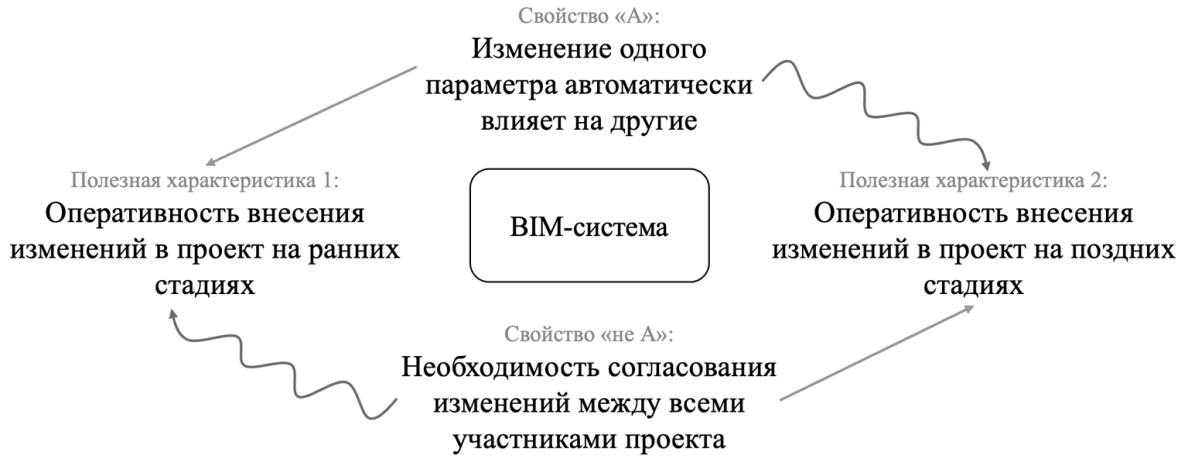


Рис. 3. Третье противоречие

Последовательное применение приемом разрешения противоречий ТРИЗ, таких как «фазовый переход», «предварительное действие», «посредник», «асимметрия», «локальное качество», «синхронизация» позволили выделить ключевой элемент стратегии внедрения BIM в цифровую экосистему предприятий строительной отрасли – организация бизнес-процесса динамического управления знаниями, в котором обучение сотрудников становится непрерывным процессом, интегрированным в их повседневную работу.

На начальных этапах внедрения BIM необходимо использовать параллельно с привычными технологиями, что создаст комфортную среду для сотрудников и позволит организации постепенно адаптироваться к изменениям. Важным элементом является создание межфункциональных команд, где опытные сотрудники, используется традиционные методы, работают совместно

с временно привлеченными BIM-специалистами, что способствует обмену знаниями и снижению барьеров восприятия новых технологий. Еще одной инновацией является внедрение системы «обратной связи в реальном времени», которая позволяет оперативно фиксировать проблемы и успехи на всех этапах внедрения BIM. Эта система основана на использования облачного ресурса, где сотрудники могут оставлять комментарии, предложения и запросы на обучение.

Этапы реализации обучающей системы для внедрения BIM в цифровую экосистему строительной отрасли являются ключевым элементом стратегии, направленной на повышение эффективности бизнес-процессов и адаптацию сотрудников к новым технологиям. На подготовительном этапе проводится детальный анализ текущего уровня подготовки персонала, что позволяет выявить проблемы в знаниях и определить потребности в обучении. На основе полученных данных создается адаптивная программа обучения, которая включает два уровня: базовый, предназначенный для освоения фундаментальных принципов работы с BIM, и продвинутый, ориентированный на углубленное изучение функциональности системы. Для повышения эффективности обучения разрабатываются современные учебные материалы, такие как интерактивные курсы, видеоролики и практические задания, которые позволяют сотрудникам не только теоретически изучить новую технологию, но и применять полученные знания на практике.

На этапе внедрения особое внимание уделяется обучению сотрудников базовым функциям BIM в рамках пилотных проектов. Такой подход позволяет минимизировать риски и создать условия для постепенного освоения новых инструментов. По мере повышения квалификации сотрудников функциональность системы расширяется, что способствует плавному переходу к более сложным задачам. Для укрепления командного взаимодействия и обмена опытом организуются групповые тренинги и мастер-классы, где сотрудники могут обсуждать возникающие проблемы и делиться успешными практиками. Это не только ускоряет процесс обучения, но и формирует устойчивую культуру сотрудничества в организации.

Этап поддержки направлен на обеспечение долгосрочного успеха внедрения BIM и включает создание центра компетенций внутри организации, который будет оказывать постоянную поддержку пользователям. Центр компетенций выполняет функции консультирования, разработки новых учебных материалов и координации процессов повышения квалификации. Регулярное проведение курсов повышения квалификации позволяет сотрудникам оставаться в курсе последних изменений в технологиях и методах работы. Для повышения мотивации персонала внедряется система стимулирования, которая включает премии и возможности карьерного роста для сотрудников, успешно освоивших BIM. Такая система не только поощряет

активное участие в обучении, но и способствует укреплению лояльности сотрудников к организации.

Таким образом, последовательная реализация этапов обучающей системы обеспечивает комплексный подход к внедрению BIM, начиная с анализа потребностей и заканчивая долгосрочной поддержкой и мотивацией сотрудников. Этот процесс позволяет не только эффективно адаптировать персонал к новым технологиям, но и создавать условия для устойчивого развития организации в условиях цифровой трансформации.

Источники

1. Павлова А.В. BIM технологии в цифровом развитии строительной индустрии // Технико-технологические проблемы сервиса. 2021. №2 (56). С. 109-113.

2. Чепелева К.В., Шпенькова Т.А., Киль Е.А., Филиппов А.Г., Косцова С.А. Стратегические приоритеты внедрения технологий информационного моделирования в управление инвестиционно-строительными проектами // Инновации и инвестиции. 2023. №10. С. 456-462.

3. Мицевич В.Д. Барьеры для применения BIM-технологий в РФ // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2021. №6. С. 164-166.

4. Торохова К.Е., Матвеева М.В. Оценка экономической эффективности и перспектив внедрения технологий информационного моделирования на этапе проектирования в строительной отрасли региона // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2023. №2 (45). С. 192-201.

5. Васюков О.Н., Масюк Н.Н., Васюкова Л.К., Бушуева М.А. Стратегическое управление бизнес-экосистемами: использование инструментов ТРИЗ // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2022. №2 (39). С. 21-25.

6. Кручинина В.В., Андриянова М.В. Возможности применения теории решения изобретательских задач в практике управления инновационными проектами // Инновации и инвестиции. 2020. №5. С. 3-6.

7. Булатенко М.А., Федин М.А., Панкова В.В., Кортиев Р.Ю. Применение инструментария ТРИЗ в управлении персоналом в целях предупреждения корпоративного мошенничества // Russian Journal of Management. 2025. Т. 13. № 1. С. 167-188. DOI: 10.29039/2500-1469-2025-13-1-167-188

УДК 621-313.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙНА В МЕЖДУНАРОДННЫХ РАСЧЕТАХ

Цукахина Мария Александровна, Скавитина Ангелина Васильевна
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия
Cukahina.M@kubsau.ru

Аннотация. В статье анализируется использование технологии блокчейн в международной экономике, рассматриваемой как важная составляющая современной цифровой среды, призванной оптимизировать и усовершенствовать финансовые операции. Блокчейн – это распределенная база данных, обеспечивающая повышенную открытость и надежность при осуществлении трансграничных платежей. Помимо этого, в статье освещаются возможные преимущества и недостатки, возникающие при внедрении блокчейна в глобальную финансовую инфраструктуру. В конечном счете, применение блокчейна в международных расчетах наглядно показывает, как инновационные информационные платформы способны изменить существующие методы ведения бизнеса и стимулировать появление прогрессивных решений в финансовой сфере.

Ключевые слова: блокчейн, международные расчеты, транзакции, безопасность, информационные системы.

USING BLOCKCHAIN IN INTERNATIONAL SETTLEMENTS

Tsukakhina Maria Aleksandrovna, Skavitina Angelina Vasilievna
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
Cukahina.M@kubsau.ru

Abstract. The article analyzes the use of blockchain technology in the international economy, which is considered an important component of the modern digital environment designed to optimize and improve financial transactions. Blockchain is a distributed database that provides increased openness and reliability in cross-border payments. In addition, the article highlights the possible advantages and disadvantages that arise when implementing blockchain in the global financial infrastructure. Ultimately, the use of blockchain in international settlements clearly shows how innovative information platforms can change existing business practices and stimulate the emergence of progressive solutions in the financial sector.

Keywords: blockchain, international settlements, transactions, security, information systems.

В эпоху глобальной цифровизации международные переводы стали важнейшим элементом мировой финансовой инфраструктуры. Тем не менее, существующие способы осуществления трансграничных платежей имеют ряд

недостатков: высокие транзакционные издержки, длительное время обработки, отсутствие прозрачности и потенциальные угрозы, связанные с мошенничеством. Использование технологии распределённого реестра (блокчейн) в международных расчетах представляется многообещающим направлением, которое может значительно улучшить эффективность, надёжность и открытость финансовых операций.

Блокчейн обладает рядом преимуществ. Ключевым из них выступает оптимизация скорости и стоимости операций. Обычные международные переводы проходят через запутанные банковские структуры, что приводит к задержкам и росту комиссий. Блокчейн же делает возможным осуществление транзакций напрямую, исключая посредников и, как следствие, существенно экономя ресурсы и время.

Дополнительным плюсом является усиленная прозрачность и защищенность денежных переводов. Все операции, зафиксированные в блокчейне, сохраняются в децентрализованной базе данных, где их нельзя изменить или удалить. Это исключает вероятность мошеннических действий и повторного списания. Смарт-контракты автоматизируют выполнение условий соглашений, сокращая влияние человеческого фактора и вероятность ошибок.

Блокчейн также открывает возможность использования стейблкоинов (цифровых активов, обеспеченных традиционными валютами) или криптовалют, что уменьшает подверженность колебаниям курсов и повышает стабильность международных расчетов. Наконец, блокчейн-платформы предоставляют доступ к международным платежам даже в регионах с недостаточно развитой банковской системой.

В таблице 1 приведены сравнительные данные традиционного метода международных расчетов и блокчейн-расчетов, параметрами которых были выбраны скорость перевода, размер комиссий, прозрачность транзакций, безопасность, доступность и уровень риска ошибок.

Таблица 1. Сравнение традиционных международных расчетов и расчетов на основе блокчейна

Параметр	Традиционные международные расчеты	Блокчейн
Скорость перевода	от 1 до 5 дней	от нескольких минут до часов
Комиссии	Высокие	Низкие
Прозрачность	Ограниченная	Полная
Безопасность	В зависимости от банка	Криптографическая защита
Доступность	Требует банковские счета	Доступна везде, с использованием интернета
Риск ошибок	Высокий	Минимальный

Несмотря на очевидные преимущества, существуют и значительные проблемы для массового внедрения блокчейна в международные расчёты. Неопределенность в юридической трактовке криптовалют и блокчейн-платежей в отдельных государствах создает сложности для их применения. Ограниченная скорость транзакций и перегруженность сети делают некоторые блокчейны, такие как Bitcoin и Ethereum, неподходящими для масштабных международных расчетов.

Однако несмотря на высокую степень защиты технологии, сохраняются риски взломов крипто-кошельков и бирж, что способно поколебать уверенность в системе. Кроме того, разнообразие блокчейн-платформ затрудняет взаимодействие между различными финансовыми структурами. Для устранения этих преград необходимы объединенные действия правительств, технологических фирм и международных институтов. Ключевыми условиями для успешной интеграции блокчейна в международную платежную систему являются создание четких нормативных актов, инвестиции в масштабируемость и усиление безопасности.

Использование блокчейна в международных транзакциях открывает новые перспективы для финансов, делая расчеты оперативнее, дешевле и надежнее. Тем не менее, для повсеместного внедрения этой технологии требуется урегулировать вопросы, связанные с нормативным регулированием, технологическими решениями и инфраструктурой.

На рисунке 1 представлена динамика роста объемов международных расчетов с использованием блокчейн по годам, начиная с 2018, заканчивая 2025 годами, а также прогноз на 2025-2028 года.

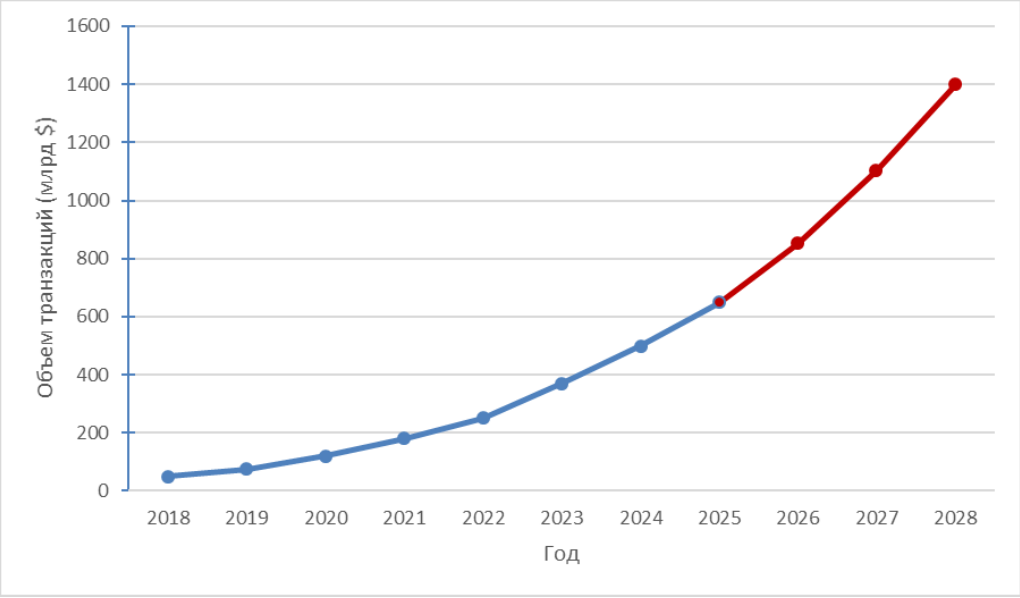


Рис.1. Динамика роста объемов международных расчетов с использованием блокчейна

В первую очередь, необходимо разработать унифицированные правила, обеспечивающие правовую ясность и укрепляющие доверие к блокчейн-платежам. Также, внедрение цифровых валют, выпущенных центральными банками (CBDC) на базе блокчейна, может существенно ускорить и снизить стоимость международных переводов.

Переход к более производительным и энергоэффективным блокчейн-платформам (например, Solana или Polkadot) позволит преодолеть проблему масштабируемости.

Источники

1. Галькова А.А., Глущенко Г.И. Технология блокчейн в сфере денежных переводов // Инновационная экономика. 2018

2. Международные платежи в санкционных условиях: состояние и перспективы [Электронный ресурс]. https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2022/06/inst_deb_xltr.pdf (дата обращения: 03.03.25).

3. Тихонов Э.Е., Ворохобина Я.В. Цифровая экономика: новые парадигмы развития цифровых валют и приложение технологий блокчейна в аудите // Научный вестник Государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт». 2018

4. Савинов Ю.А., Зеленюк А.Н., Тарановская Е.В. Использование технологии «Блокчейн» в международной торговле // Российский внешнеэкономический вестник. научная статья. 2020.

УДК 004

ИННОВАЦИИ В ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Чарыева Майса Амангельдиевна, Джумаев Дидар Аллакович, Максадов Ыхлас Максадович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
annageldievamaysa@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются основные элементы цифровых экосистем и информационных систем, такие как IoT, облачные вычисления, искусственный интеллект и блокчейн. Особое внимание уделяется цифровым двойникам, их применению в промышленности для оптимизации процессов, мониторинга состояния объектов и обучения персонала. Обсуждаются перспективы развития этих технологий и их влияние на эффективность и безопасность.

Ключевые слова: цифровая экосистема, информационные системы, цифровые технологии, цифровой двойник, цифровая трансформация.

INNOVATIONS IN DIGITAL ECOSYSTEMS: INTEGRATION OF TECHNOLOGIES AND CREATION OF DIGITAL TWINS

Charyyeva Maysa Amangeldiyevna, Jumayev Didar Allakovich, Maksadov Yhlas Maksadovich
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
annageldievamaysa @gmail.com

Abstract. The article discusses the key elements of digital ecosystems and information systems, such as IoT, cloud computing, artificial intelligence, and blockchain. Special attention is given to digital twins, their application in industry for process optimization, monitoring the condition of objects, and staff training. The article also examines the prospects for the development of these technologies and their impact on efficiency and security.

Keywords: digital ecosystem, information systems, digital technologies, digital twin, digital transformation.

В современном мире, где цифровизация охватывает все аспекты человеческой жизни, концепции цифровой экосистемы и информационных систем стали основными компонентами в развитии технологий. Эти понятия связаны между собой, образуя основу для инновационных процессов в разных сферах — от бизнеса и государственного управления до личной жизни каждого человека. Понимание этих систем и их взаимодействие становится важным для построения успешных цифровых стратегий и развития общества в целом.

Цифровая экосистема: суть и элементы.

Цифровая экосистема – это интегрированная сеть взаимосвязанных цифровых технологий, платформ, сервисов, устройств и приложений, которые

функционируют на основе современных информационных и вычислительных технологий. Этот комплекс технологий позволяет обмениваться данными и ресурсами в режиме реального времени, создавать интеллектуальные решения для множества пользователей и организаций.

В цифровую экосистему входят такие компоненты, как:

Интернет вещей (IoT) – система устройств, которые обмениваются данными друг с другом и с центральными сервисами без участия человека.

Облачные вычисления – использование удалённых серверов для хранения данных и выполнения вычислительных задач, что позволяет повысить гибкость и доступность сервисов.

Большие данные (Big Data) – анализ огромных объёмов информации с целью выявления паттернов, трендов и прогнозирования будущих событий.

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение — системы, которые способны к самообучению, анализу данных и принятию решений на основе алгоритмов.

Блокчейн – технология, которая позволяет создавать децентрализованные, защищённые базы данных для обеспечения безопасности транзакций и информации.

Цифровая экосистема является динамичной и многогранной, она включает в себя не только технологические компоненты, но и социальных участников. Важным элементом экосистемы является взаимодействие всех этих компонентов, что создаёт синергетический эффект, позволяя каждому из участников вносить свой вклад в общую экосистему, улучшая её функционирование.

Информационные системы: определение и роль.

Информационная система (ИС) – это комплекс, состоящий из программного обеспечения, аппаратных средств, баз данных и людей, которые обеспечивают эффективное управление потоками информации и поддерживают принятие решений в организации. Суть информационной системы заключается в том, что она собирает, обрабатывает, хранит и передаёт данные, что является основой для любых управленческих решений.

Информационные системы могут быть классифицированы по различным признакам:

По функционалу – например, системы управления предприятием (ERP), системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM), бухгалтерские и финансовые системы.

По масштабу – от локальных систем, которые обслуживают небольшие группы пользователей, до корпоративных и межорганизационных систем.

По способу обработки данных – автоматизированные системы, системы с элементами искусственного интеллекта и другие.

Перспективы развития цифровых экосистем и информационных систем

С развитием технологий цифровая экосистема продолжит расширяться, охватывая новые сферы жизни и бизнеса. Несколько ключевых тенденций будут определять будущее этих систем:

1. Интеграция и адаптивность: Системы будут всё более интегрированными, что позволит использовать ресурсы и данные с максимальной эффективностью. Новые возможности для интеграции будут предоставлять облачные платформы, которые поддерживают гибкость и масштабируемость.

2. Искусственный интеллект и машинное обучение: Эти технологии продолжат эволюционировать, что позволит создавать более умные информационные системы, способные адаптироваться к изменениям в данных и принимать решения в автоматическом режиме.

3. Интернет вещей (IoT): С каждым годом всё больше устройств будет подключаться к сети, что создаст ещё больше данных для анализа.

4. Блокчейн: Эта технология будет продолжать развиваться и внедряться в различные сферы, обеспечивая безопасность, прозрачность и децентрализацию данных.

5. Роботизация и автоматизация: Цифровые экосистемы будут включать в себя всё больше роботизированных систем, которые будут выполнять задачи, ранее доступные только людям. Это приведёт к повышению производительности и снижению затрат.

Цифровой двойник – это виртуальная копия физического объекта или процесса, созданная с использованием технологий машинного обучения, искусственного интеллекта и интернета вещей (IoT). Он представляет собой цифровое представление реального мира, которое позволяет моделировать, анализировать и оптимизировать различные аспекты функционирования объекта или системы.

Применение цифровых двойников даёт ряд преимуществ:

– Оптимизация процессов. Цифровые двойники позволяют проводить виртуальные испытания и эксперименты, что помогает определить оптимальные параметры работы объекта или системы. Это снижает риск ошибок и повышает эффективность работы.

– Мониторинг состояния. Цифровые двойники обеспечивают постоянный мониторинг состояния объекта или системы, что позволяет своевременно выявлять возможные проблемы и предотвращать аварии.

– Прогнозирование и планирование. С помощью цифровых двойников можно прогнозировать поведение объекта или системы в различных условиях и планировать мероприятия по обслуживанию и ремонту.

– Обучение персонала. Виртуальные копии объектов позволяют обучать персонал без риска повреждения оборудования или нанесения вреда окружающей среде.

Применение цифровых двойников в различных отраслях промышленности.

Цифровые двойники активно используются в различных отраслях промышленности, таких как энергетика, транспорт, машиностроение, химическая промышленность и др. Вот несколько примеров применения:

– Энергетика. Цифровые двойники используются для моделирования и оптимизации работы электростанций, трубопроводов и распределительных сетей. Это позволяет повысить эффективность использования ресурсов и снизить выбросы вредных веществ.

– Транспорт. Цифровые двойники применяются для создания виртуальных моделей автомобилей, поездов, самолётов и других транспортных средств. Это помогает улучшить их характеристики, снизить расход топлива и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

– Машиностроение. Цифровые двойники используются для разработки и тестирования новых продуктов и процессов. Это позволяет сократить время выхода на рынок и повысить качество продукции.

Цифровые двойники представляют собой мощный инструмент для управления производственными процессами и повышения эффективности работы предприятий. Их использование позволяет оптимизировать процессы, мониторить состояние объектов, прогнозировать и планировать мероприятия, а также обучать персонал без риска повреждения оборудования или нанесения вреда окружающей среде.

Цифровые экосистемы и информационные системы играют ключевую роль в развитии технологий и цифровизации общества. Их интеграция, развитие искусственного интеллекта и использование цифровых двойников создают новые возможности для оптимизации процессов и повышения эффективности в различных отраслях.

Источники

1. Мишин В.Н. Цифровая экономика: основные понятия и технологии // М.: Инфра-М. 2019.

2. Горбунов В.И. Цифровая трансформация экономики // М.: Юрайт, 2020.

3. Томас Д.М., Торн М. Методы проектирования цифровых систем // М.: Радио и связь. 2016.

4. Шадрина Е.В. Интернет вещей: основы и технологии // М.: Бином. 2020.

УДК 004.652.4: 004.738.5: 657.6

ИНТЕГРАЦИЯ ERP И БЛОКЧЕЙНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЗРАЧНОСТИ АУДИТА

Шабалина Анна Владимировна, Харитонова Юлия Николаевна
ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», г. Москва, Россия
ShabalinaAn@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается потенциал интеграции ERP-систем и блокчейн-технологий для повышения прозрачности и надежности аудиторских процессов в России. Анализируются ключевые преимущества блокчейна, такие как неизменность данных, децентрализация и автоматизация проверок, в контексте их взаимодействия с ERP-платформами. Приводятся примеры российских компаний, внедряющих подобные решения, а также обсуждаются нормативные и технологические вызовы. Результаты исследования демонстрируют, что интеграция ERP и блокчейна способна минимизировать риски мошенничества и оптимизировать аудиторские процедуры.

Ключевые слова: ERP-системы, блокчейн, аудит, прозрачность данных, распределенный реестр, смарт-контракты, российская экономика, нормативное регулирование, интеграция технологий, автоматизация проверок, в условиях санкций, цифровизация аудита, снижение рисков мошенничества, кадровый дефицит, middleware, сценарии внедрения.

INTEGRATION OF ERP AND BLOCKCHAIN TO ENHANCE AUDIT TRANSPARENCY

Shabalina Anna Vladimirovna, Kharitonova Yulia Nikolaevna
National Research University (MPEI), Moscow, Russia
ShabalinaAn@mail.ru

Abstract. The article explores the potential of integrating ERP systems and blockchain technologies to enhance the transparency and reliability of audit processes in Russia. It analyzes the key advantages of blockchain, such as data immutability, decentralization, and automated verification, in the context of their interaction with ERP platforms. Case studies of Russian companies implementing such solutions are provided, along with a discussion of regulatory and technological challenges. The research findings demonstrate that ERP-blockchain integration can reduce fraud risks and optimize audit procedures.

Keywords: ERP systems, blockchain, audit, data transparency, distributed ledger, smart contracts, Russian economy, regulatory framework, technology integration, automated verification, audit digitalization, under the conditions of sanctions, fraud risk reduction, staffing shortage, middleware, implementation scenarios.

Современные предприятия сталкиваются с необходимостью повышения прозрачности операций в условиях ужесточения регуляторных требований и роста киберугроз. В России, где вопросы корпоративного управления и аудита находятся в фокусе регуляторов [1], интеграция ERP-систем (Enterprise Resource Planning) с блокчейн-технологиями становится перспективным инструментом для решения этих задач. ERP, обеспечивая централизованное управление ресурсами, в сочетании с блокчейном, гарантирующим неизменность данных, формирует основу для достоверного и автоматизированного аудита.

Интеграция ERP и блокчейна предполагает создание гибридной экосистемы, где каждая технология компенсирует слабые стороны другой. В традиционной ERP-системе (например, «1С: Предприятие» или SAP S/4HANA) данные хранятся централизованно, что упрощает управление, но создает риски фальсификации и кибератак [2]. Блокчейн, напротив, распределяет информацию между узлами сети, обеспечивая прозрачность и устойчивость к изменениям.

Модель взаимодействия включает:

1. Слой ERP:

– Модули финансового учета, логистики и HR генерируют транзакции.

– Данные экспортируются в форматах JSON или XML через API (например, RESTful API в SAP).

2. Слой блокчейна:

– Транзакции хешируются и записываются в блоки с использованием алгоритмов консенсуса (Proof of Authority для приватных сетей).

– Смарт-контракты автоматизируют проверку условий (например, соответствие закупок бюджету).

3. Интерфейс аудитора:

– Веб-панель с доступом к реестру для отслеживания операций в режиме реального времени.

Пример из российской практики: В Сбербанке интеграция SAP S/4HANA с блокчейн-платформой Masterchain позволила создать «цифровой след» для каждой транзакции. Данные из модуля «Казначейство» автоматически фиксируются в блокчейне, а смарт-контракты проверяют соблюдение лимитов [3].

Преимущества для аудита:

1. Неизменность данных: Каждая операция в ERP (например, проводка по счету 51) получает уникальный хеш, который невозможно изменить постфактум. Это исключает «задним числом» корректировки, характерные для нарушений в российском корпоративном секторе.

2. Децентрализованный аудит: Регуляторы (ФНС, ЦБ) и внутренние аудиторы получают доступ к единому реестру, сокращая время согласований. Например, в РЖД внедрение блокчейна специалисты автоматически получают

паспорт качества рельсовой продукции с полной информацией о её характеристиках от завода-производителя. [4].

3. Снижение затрат: Автоматизация 60% рутинных задач (сверка счетов, проверка контрактов) высвобождает ресурсы для анализа рисков.

Технические нюансы:

Для совместимости с российскими ERP (например, «Галактика») используются промежуточные решения – middleware на базе Apache Kafka. Они конвертируют данные из устаревших форматов (EDI) в структурированные блокчейн-транзакции.

В условиях санкций растет спрос на отечественные блокчейн-платформы (Waves Enterprise, Masterchain), которые поддерживают ГОСТ-шифрование и интеграцию с «1С» [5].

Была выявлена проблема: большинство российских ERP (особенно «Галактика», «Парус») разработаны в 2000-х и не поддерживают современные API [6]. Попытки интеграции с блокчейном приводят к:

– Ошибкам конвертации: Устаревшие форматы EDI (например, EDIFACT) некорректно преобразуются в JSON.

– Перегрузке серверов: Рост нагрузки на ЦОДы на 40% при синхронизации с блокчейном в реальном времени.

Решением выступает:

1. Middleware на базе open-source:

– Apache Kafka – обработка 5000 транзакций/сек для РЖД.

– Flink – потоковая аналитика данных из «1С» для Газпрома.

2. Импортозамещенные блокчейн-платформы:

– Waves Enterprise (поддержка ГОСТ 34.11-2012) – внедрена в «Росатоме» для аудита НИОКР.

– Masterchain (ЦФТ) – используется Сбербанком для межбанковских расчетов.

Пример: X5 Group подключила PostgreSQL-адаптер к Waves Enterprise, что позволило синхронизировать данные из SAP MM без замены ERP. Затраты на интеграцию составили 23 млн руб., экономия – 67 млн руб./год [7].

Одной из главных проблем является кадровый дефицит: от программистов до аудиторов. Согласно опросу, проведенному компанией Ventra, 57,2% опрошенных российских компаний отмечают нехватку разработчиков ПО, а 38,5% сообщают о дефиците специалистов по информационной безопасности [8].

На данный момент существует несколько образовательных программ:

1. НИУ ВШЭ: Магистерская программа «Блокчейн в корпоративном управлении» (партнер – Сбер).

2. РЭУ им. Плеханова: Курс «Цифровой аудит» с упором на смарт-контракты.

Low-code платформы:

1. Тинькофф Бизнес: Конструктор смарт-контрактов для малых предприятий (300+ внедрений в 2024 г.).

2. VK Cloud Solutions: Готовые шаблоны интеграции SAP ↔ блокчейн.

Интеграция ERP-систем и блокчейн-технологий формирует новый стандарт прозрачности и эффективности аудита в России, однако ее успешная реализация требует комплексного подхода, учитывающего технологические, регуляторные и кадровые аспекты.

Интеграция ERP и блокчейна – не технологическая утопия, а неизбежный этап эволюции корпоративного управления. Как показали российские кейсы, ее реализация возможна даже в условиях санкций, но требует системной координации между бизнесом, образованием и регуляторами. Уже сегодня компании, внедрившие эти решения, получают конкурентное преимущество – не только в скорости аудита, но и в уровне доверия со стороны стейкхолдеров.

Источники

1. Федеральный закон № 259-ФЗ О цифровых финансовых активах [Электронный ресурс]. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358242/ (Дата обращения: 25.03.2025.).

2. ERP-система: как повысить эффективность бизнес-процессов [Электронный ресурс]. https://getcompass.ru/blog/posts/erp-sistema

3. Годовой отчет ПАО «Сбербанк» [Электронный ресурс]. https://www.sberbank.com/ru/sustainability (Дата обращения: 27.03.2025.).

4. Статья ОАО «РЖД» по использованию блокчейна [Электронный ресурс]. https://rzddigital.ru/projects/blokcheyn-pomogaet-rzhd-kontrolirovat-sostoyanie-relsov/ (Дата обращения: 30.03.2025.).

5. Платформа Waves Enterprise внесена в реестр российского ПО [Электронный ресурс]. https://www.bits.media/platforma-waves-enterprise-vnesena-v-reestr-rossiyskogo-po/ (Дата обращения: 30.03.2025.).

6. Анализ рынка ERP-систем в России [Электронный ресурс]. https://drgroup.ru/components/com_jshopping/files/demo_products/Otchet._Demo._Analiz_rynka_ERP-sistem_v_Rossii.pdf (Дата обращения 31.03.2025.).

7. Кейс X5 Group: Интеграция SAP и Waves Enterprise. 2024.

8. От ИИ до ИБ: итоги и результаты, а также прогнозы на 2025 год в разных сегментах и другая аналитика о российском ИКТ [Электронный ресурс]. https://ict.moscow/news/analytics-17-12-2024/?utm_source=chatgpt.com (Дата обращения: 31.03.2025.).

УДК 621-313.3

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ АЭС

Шаймарданов Ансель Ренатович, Базин Дмитрий Александрович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ansel.shamardanov@gmail.com

Аннотация. Статья рассматривает применение цифровых двойников АЭС в обучении персонала и студентов. Описаны технологии виртуальных тренажёров, их роль в безопасной отработке аварийных сценариев и повышении доступности образования.

Ключевые слова: цифровые двойники, обучение персонала АЭС, виртуальные тренажёры, ядерная безопасность, искусственный интеллект.

NPP DIGITAL TWINS

Shaimardanov Ansel Renatovich, Bazin Dmitry Alexandrovich
KSPEU, Kazan, Russia
ansel.shamardanov@gmail.com

Abstract. The article focuses on the use of NPP digital twins in personnel and student training. It highlights virtual simulators for safe emergency scenario practice and improved educational accessibility.

Keywords: digital twins, NPP training, virtual simulators, nuclear safety, artificial intelligence.

Цифровые двойники, изначально разработанные для промышленного применения, становятся ключевым элементом в подготовке кадров для атомной энергетики. Эти технологии позволяют создавать высокоточные виртуальные симуляторы, воспроизводящие работу атомных электростанций в режиме реального времени. Безопасная и интерактивная среда, которую они обеспечивают, открывает новые возможности для обучения студентов и повышения квалификации персонала, снижая риски ошибок и укрепляя профессиональные навыки.

Цифровой двойник – это динамичная виртуальная модель, которая имитирует физический объект, такой как реактор или турбина, на основе данных с датчиков и алгоритмов машинного обучения. В отличие от традиционных тренажёров, он не только воссоздает интерфейсы управления, но и моделирует сложные физические процессы, включая теплообмен, циркуляцию теплоносителя и нейтронную динамику [1].

Современные образовательные программы в атомной отрасли активно интегрируют цифровые двойники. Например, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» использует симуляторы на базе моделей реакторов ВВЭР, где студенты учатся управлять энергоблоками, отрабатывая как штатные режимы, так и нештатные ситуации. Такие тренажёры исключают риск радиационного облучения и поломки оборудования, обеспечивая при этом глубокое погружение в процессы управления станцией.

Для действующего персонала цифровые двойники стали основой программ переподготовки. На Ленинградской АЭС виртуальные модели используются для имитации редких аварийных сценариев, таких как потеря теплоносителя или отказ системы аварийного охлаждения. По данным МАГАТЭ (2023), подобные тренировки сокращают количество ошибок операторов на 30%, так как сотрудники учатся принимать решения в условиях, близких к реальным.

Международные инициативы также способствуют развитию образовательных технологий. Программа IAEA «Virtual Nuclear Power Plant» объединяет цифровые двойники АЭС из разных стран, позволяя студентам и инженерам изучать работу станций с различными типами реакторов, такими как PWR, BWR или ВВЭР. Это особенно важно для стран, которые только начинают развивать атомную энергетику, например, Египта или Турции, где доступ к реальным объектам ограничен.

Создание обучающих цифровых двойников требует интеграции специализированных программных решений. Платформы вроде ANSYS моделируют физические процессы, такие как теплообмен и гидродинамика, обеспечивая реалистичность сценариев. MATLAB Simulink используется для разработки алгоритмов управления, которые тестируются на виртуальных моделях, а интерактивная визуализация достигается за счёт современных графических движков.

Архитектура таких систем включает три уровня: слой данных, где хранятся исторические записи аварий и параметры оборудования; слой симуляции, воспроизводящий физические и математические процессы; и интерфейс, имитирующий реальные пульты управления АЭС. Например, на Нововоронежской АЭС учебные тренажёры оснащены панелями, идентичными тем, что используются на действующих энергоблоках, что позволяет студентам адаптироваться к реальным условиям ещё до начала работы [2].

Главное преимущество цифровых двойников – безопасность. Обучающиеся могут отрабатывать даже самые рискованные сценарии, такие как аварии с расплавлением активной зоны, без угрозы для здоровья или оборудования. Кроме того, технологии делают образование более доступным:

студенты из регионов, где нет АЭС, получают практический опыт через виртуальные платформы [3].

Однако внедрение таких систем сопряжено с трудностями. Кроме высокой стоимости, цифровые двойники требуют регулярного обновления, чтобы соответствовать изменениям на реальных станциях. Например, модернизация реактора ВВЭР-1200 в 2022 году потребовала переработки 30% параметров учебной модели.

В России на базе Нововоронежской АЭС создан учебный центр, где ежегодно проходят подготовку более 200 специалистов. Тренажёры на основе цифровых двойников позволяют отрабатывать как повседневные задачи, так и экстремальные ситуации. В США Массачусетский технологический институт (MIT) использует аналогичные технологии в курсе «Ядерная безопасность», где студенты анализируют кибератаки на виртуальные модели АЭС.

Во Франции компания EDF внедрила цифровые двойники для подготовки операторов АЭС Flamanville. Благодаря этому время адаптации новичков сократилось с 12 до 6 месяцев, а количество ошибок при работе с реальным оборудованием уменьшилось на 25%.

К 2030 году ожидается массовое внедрение интеллектуальных систем на базе искусственного интеллекта. Алгоритмы, подобные ChatGPT, смогут анализировать действия обучающихся и давать персональные рекомендации, ускоряя процесс освоения навыков. Ещё один тренд – создание глобальных симуляторов, где команды из разных стран смогут совместно отрабатывать международные сценарии, например, ликвидацию последствий гипотетической аварии.

Кроме того, цифровые двойники начнут охватывать полный жизненный цикл АЭС – от строительства до вывода из эксплуатации. Это позволит студентам изучать не только управление станцией, но и методы безопасной утилизации радиоактивных отходов.

Источники

1. Кокорев Д.С., Юрин А.А. Цифровые двойники: понятие, типы и преимущества для бизнеса // Colloquium-journal. 2019. №10 (34).

2. Полетыкин А. Г. [и др.] Технология распределенной разработки ПО для АСУ ТП АЭС с использованием виртуализации и цифровых двойников // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2021). 2021. С. 98-102.

3. Рябов А.А. [и др.] Создание цифрового двойника АЭС на основе вычислительной теплогидравлики // CAD/cam/cae Observer. 2018. Т. 7. № 123. С. 41.

УДК 621.039:004.9:37.046

AR ПРОТИВ VR В ОБУЧЕНИИ ПЕРСОНАЛА АЭС: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ

Шаймарданов Ансель Ренатович, Базин Дмитрий Александрович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ansel.shamardanov@gmail.com

Аннотация. В данной работе проведен сравнительный анализ применения дополненной и виртуальной реальности в обучении персонала атомных электростанций. Рассмотрены ключевые сценарии использования технологий: дополненной реальности – для повседневных задач, таких как ремонт оборудования и диагностика, виртуальной реальности – для отработки аварийных ситуаций.

Ключевые слова: дополненная реальность, виртуальная реальность, обучение персонала АЭС, безопасность на атомных станциях, симуляция аварийных сценариев.

AR VS. VR IN NPP PERSONNEL TRAINING: COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES

Shaimardanov Ansel Renatovich, Bazin Dmitry Alexandrovich
KSPEU, Kazan, Russia
ansel.shamardanov@gmail.com

Abstract. The article provides a comparative analysis of the application of Augmented Reality and Virtual Reality in training personnel at nuclear power plants. Key use cases for the technologies are examined: AR for daily tasks such as equipment maintenance and diagnostics, and VR for practicing emergency scenarios.

Keywords: augmented reality, virtual reality, npp personnel training, nuclear plant safety, emergency scenario simulation.

Обучение персонала на атомных электростанциях (АЭС) – задача, где цена ошибки измеряется человеческими жизнями и экологическими катастрофами. Традиционные методы, такие как лекции, тренажеры или тренировки на реальном оборудовании, постепенно уступают место цифровым решениям. Однако выбор между дополненной (AR) и виртуальной (VR) реальностью вызывает споры. Обе технологии предлагают уникальные возможности, но их эффективность зависит от конкретных сценариев применения. В этой статье мы рассмотрим, как AR и VR трансформируют

обучение на АЭС, опираясь на реальные кейсы и экспертные данные, а также выделим ключевые критерии выбора технологий [1].

Дополненная реальность (AR) не заменяет окружающий мир, а обогащает его цифровыми слоями. Например, с помощью очков Microsoft HoloLens 2 сотрудник АЭС видит поверх реального оборудования подсказки: температурные датчики, схемы подключения или анимированные инструкции по ремонту. AR работает как «умный помощник», интегрируясь в повседневные процессы без остановки реактора. По данным исследования компании PTC (2023), внедрение AR в промышленности сокращает время на выполнение задач на 30% за счет контекстного отображения информации.

Виртуальная реальность (VR) полностью переносит пользователя в искусственную среду. Надев шлем Meta Quest Pro, работник погружается в симуляцию аварии, где отрабатывает действия в условиях, имитирующих реальные. VR-тренажеры давно используются в авиации и военной подготовке, но для АЭС они становятся инструментом, который позволяет безопасно моделировать даже редкие сценарии. Например, российский концерн «Росэнергоатом» с 2021 года использует VR для тренировок по локализации утечек радиации.

Разница между технологиями очевидна: AR дополняет реальность, VR заменяет ее. Однако для атомной отрасли важнее не технические нюансы, а то, как эти инструменты решают конкретные задачи обучения.

В 2021 году французская АЭС «Фламанвиль» внедрила AR-очки Microsoft HoloLens 2 для обучения новых инженеров. Согласно отчету станции, время на освоение процедур сократилось на 40%, а количество ошибок при первичном запуске реактора уменьшилось на 25%. Это стало возможным благодаря пошаговым подсказкам, которые сотрудники получали в реальном времени. Например, при диагностике турбины система выделяла компоненты, требующие проверки, и автоматически фиксировала данные датчиков.

AR особенно эффективна в сценариях, где критически важны скорость и точность. При устранении неполадок в системе охлаждения цифровые подсказки помогают сократить время ремонта, минимизируя простой реактора. Технология также снижает когнитивную нагрузку: сотрудник не запоминает сотни инструкций, а получает их контекстно, в нужный момент [2].

Однако у AR есть ограничения. Качество работы зависит от точности камер и датчиков: при плохом освещении или загрязнении оборудования система может некорректно распознать объекты. Кроме того, AR не подходит для отработки экстремальных ситуаций, таких как утечка радиации – здесь требуется не подсказка, а полное погружение в стрессовые условия.

Российский концерн «Росэнергоатом» в 2021 году запустил VR-тренажер для отработки действий при аварии с расплавлением активной зоны.

Сотрудники учатся координировать действия в условиях, имитирующих реальные: шум работающих насосов, мигающие аварийные сигналы, ограниченная видимость из-за «дыма» [3].

Главное преимущество VR – безопасность. Персонал может бесконечно повторять аварийные сценарии, не рискуя здоровьем. Например, в симуляции пожара в машинном зале работник учится использовать средства защиты и оценивать уровень радиации. Однако разработка детализированных симуляторов требует инвестиций: создание VR-модели реактора может стоить от $500 тыс. до $2 млн (данные компании Siemens Energy, 2022).

Еще одно ограничение – отсутствие тактильной обратной связи в стандартных VR-системах. Хотя существуют решения вроде перчаток Tesla Suit, их редко применяют на АЭС из-за высокой стоимости. Это может приводить к ошибкам: например, сотрудник «в виртуале» привыкает к невесомости инструментов, а в реальности не рассчитывает их вес.

Чтобы определить оптимальную технологию, эксперты рекомендуют оценивать задачи по четырем критериям:

1. Безопасность: для отработки действий при угрозе жизни (пожар, утечка радиации) подходит только VR.;

2. Бюджет: AR-решения дешевле: лицензия на ПО вроде PTC Vuforia стоит от $1 тыс. в месяц, а очки HoloLens 2 – около $3,5 тыс. за устройство. VR требует затрат на разработку симуляторов и покупку шлемов.

3. Гибкость: AR адаптируется под текущие процессы, VR требует выделенного времени для сессий;

4. Реализм: VR незаменим для отработки стрессовых сценариев, AR – для повседневных задач.

Интересным решением становятся гибридные системы. Например, на Нововоронежской АЭС в 2023 году запустили программу, где сотрудники сначала проходят VR-тренинг по аварийным процедурам, а затем закрепляют навыки с помощью AR-инструкций на реальном оборудовании.

Несмотря на успешные кейсы, массовому внедрению AR/VR мешают следующие факторы:

Технические ограничения:

– AR: точность распознавания объектов зависит от маркеров и освещения;

– VR: шлемы вызывают дискомфорт при длительном использовании.

Этические риски:

– Цифровая усталость: сотрудники АЭС Фукусима-2 жаловались на головные боли после VR-тренировок. Для профилактики компании вводят лимит – не более 20 минут на сессию;

– Психологическая зависимость: в редких случаех персонал начинает путать виртуальный и реальный миры.

Однако технологии быстро развиваются. Например, Siemens Energy внедряет «цифровых двойников» АЭС – виртуальных копий станций, где тестируются новые протоколы действий. А стартап Ultraleap разрабатывает AR-интерфейсы с тактильной обратной связью, которые позволят «ощущать» виртуальные объекты.

AR и VR – не конкуренты, а части единой системы обучения. Дополненная реальность идеальна для повседневных задач: она экономит время и снижает риски ошибок. Виртуальная реальность незаменима там, где цена ошибки слишком высока — она превращает теорию в практику, не подвергая людей опасности. Инвестиции в эти технологии окупаются за счет сокращения простоев и предотвращения аварий. В мире, где атомная энергетика остается ключевым элементом низкоуглеродного будущего, эти инструменты становятся страховкой от катастроф.

Источники

1. Клименко А.С. Методы и средства повышения реалистичности моделирования и визуализации в системах виртуального окружения // Международная конференция Resilience2014 Международного Центра по ядерной безопасности Института физико-технической информатики, Протвино, 2015. С. 110-134.

2. Хакимова А.Х. [и др.] Использование дополненной реальности для навигации в пространстве. Создание визуальных словарей // Физико-техническая информатика (СРТ2020). 2020. С. 340-345.

3. РОСАТОМ [Электронный ресурс]. https://rusatom-energy.ru (дата обращения: 20.03.2025).

УДК 339

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ ТОРГОВЛЕ

Шайхутдинова Альбина Маратовна, Салихова Регина Рафаилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
albinakznrt@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются оптимизационные процессы в рамках онлайн-торговли. Выделены инструменты, способствующие ускорению и оптимизации бизнес-процессов в сфере торговли.

Ключевые слова: оптимизация, онлайн-торговля, бизнес-процессы, торговля, рынок.

OPTIMIZATION OF LOGISTICS PROCESSES IN ELECTRONIC COMMERCE

Shaikhutdinova Albina Maratovna, Salikhova Regina Rafailevna
KSPEU, Kazan, Russia
albinakznrt@mail.ru

Abstract. In this paper, optimization processes within the framework of online trading are considered. The tools contributing to the acceleration and optimization of business processes in the field of trade are highlighted.

Keywords: optimization, online trading, business processes, trade, market.

Современная онлайн-торговля демонстрирует стремительный рост, предоставляя потребителям удобный доступ к товарам и услугам. Однако этот динамичный рост предъявляет новые требования к логистическим системам и транспортным операциям. Оптимизация логистических процессов становится ключевым фактором для успешной доставки товаров в условиях высокого спроса и растущих ожиданий клиентов.

В последние годы, с развитием глобализации и онлайн-торговли, все больше компаний, особенно транснациональные корпорации, уделяют пристальное внимание вопросам транспортировки. Задача оптимизации транспортировки заключается в эффективном распределении грузов из нескольких источников до различных пунктов назначения с целью минимизации общих затрат. В контексте стремительно развивающейся электронной торговли, оптимизация логистических процессов и транспортных задач приобретает первостепенное значение [1].

Для достижения этой цели необходимо задействовать передовые технологии и аналитику данных, приведём их:

– использование технологий и анализа данных: современные стратегии управления логистикой ориентированы на повышение эффективности и адаптивность к динамично меняющимся условиям рынка. Для этого применяются инновационные технологии, такие как Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (AI) и Big Data Analytics. Эти технологии позволяют отслеживать грузы, оптимизировать маршруты, прогнозировать спрос и управлять складскими запасами;

– оптимизация транспортировки: необходимо развивать эффективные и гибкие системы доставки, включающие альтернативные методы, такие как доставка дронами или роботами. Важную роль играют инновации в управлении транспортным потоком, направленные на повышение эффективности и сокращение времени доставки. Системы координации движения, основанные на анализе Big Data, динамически координируют транспортные потоки, используя данные о движении, предпочтениях и потребностях транспортных средств. Они оптимизируют маршруты, предотвращают пробки и сокращают время в пути. Внедрение передовых технологий, таких как датчики движения и алгоритмы машинного обучения, позволяет системам адаптивно управлять режимом работы светофоров в реальном времени [2].

В условиях динамично меняющегося рынка, характеризующегося непредсказуемыми колебаниями спроса и рыночных условий, гибкая логистика и адаптивные сети приобретают критически важное значение для успеха любого бизнеса. Гибкая логистика предполагает создание логистических систем, способных оперативно реагировать на изменения спроса и внешних факторов. К ее ключевым элементам относятся:

– гибкие маршруты доставки: возможность быстрого переключения маршрутов в зависимости от текущей ситуации;

– динамическое управление складскими запасами: регулирование объемов запасов в реальном времени для оптимизации затрат и минимизации рисков;

– перераспределение ресурсов: эффективное использование имеющихся ресурсов в соответствии с меняющимися потребностями рынка.

Адаптивные сети, основанные на гибкой инфраструктуре и процессах, позволяют компаниям быстро адаптироваться к новым условиям и эффективно функционировать в условиях неопределенности. Реализация гибкой логистики и адаптивных сетей опирается на:

– технологические решения: внедрение передовых технологий, таких как IoT, AI и аналитика данных;

– автоматизация процессов: оптимизация и автоматизация логистических операций для повышения эффективности;

– аналитика данных: использование данных для прогнозирования спроса и выявления изменений на рынке [3].

Внедрение гибкой логистики и адаптивных сетей позволяет компаниям: обеспечивать более быструю реакцию на изменения в окружающей среде; повышать точность и оперативность обслуживания клиентов; эффективно снизить издержки, связанные с излишними запасами и неэффективными процессами.

Подводя итоги, можно выделить, что успешная организация логистических процессов в сфере электронной коммерции предполагает поддержание равновесия между оперативной скоростью, экономической эффективностью и ответственностью перед потребителями и окружающей средой. В связи с этим, наличие адаптивной и инновационной логистической системы, соответствующей требованиям онлайн-торговли, становится ключевым фактором успеха в современной деловой практике.

Источники

1. Аркабаев Н.К., Бекжанова К. Проблема транспортировки с неопределенными затратами и случайными поставками // Вестник Ошского государственного университета. 2021. Т. 3. №1. С. 34-48

2. Заруднев Д.И., Мочалин С.М. Задача выбора транспортных средств и ее взаимосвязь с другими задачами транспортной логистики // Формирование транспортно-логистической инфраструктуры. Стратегическое направление повышения конкурентоспособности транспортного комплекса России. 2010. С. 78-82.

3. Аркабаев Н.К., Доолотбек К.Г., Аманбаев С.М. Оптимизация логистических процессов и транспортных задач в условиях динамичной онлайн-торговли // Бюллетень науки и практики. 2024. №1.

УДК 621.31

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СИММЕТРИРОВАНИЯ СЕТЕЙ 0,4 КВ ПО КРИТЕРИЮ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В УЗЛАХ

Шакиров Алмаз Фанисович, Маклецов Александр Михайлович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия
almaz.27.10@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема асимметрии напряжений в низковольтных сетях 0,4 кВ, которая приводит к снижению энергоэффективности, перегрузкам оборудования и увеличению потерь электроэнергии. Предложена методика интеллектуального симметрирования сети, основанная на критерии поддержания предпочтительных напряжений в узлах. Методика сочетает автоматизированный сбор данных с узлов сети, алгоритмы машинного обучения для прогнозирования нагрузок и оптимизационные модели, корректирующие распределение фаз.

Ключевые слова: интеллектуальное симметрирование, напряжение, коммутация, электроэнергия, интернет вещей.

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR INTELLIGENT SYMMETRIZATION OF 0.4 KV NETWORKS ACCORDING TO THE CRITERION OF PREFERRED NODE VOLTAGES

Shakirov Almaz Fanisovich, Makletsov Alexander Mikhailovich
KSPEU, Kazan, Russia
almaz.27.10@mail.ru

Abstract. The article deals with the problem of voltage asymmetry in low-voltage networks of 0.4 kV, which leads to a decrease in energy efficiency, equipment overload and an increase in electricity losses. A method of intelligent network symmetry based on the criterion of maintaining preferred voltages in nodes is proposed. The technique combines automated data collection from network nodes, machine learning algorithms for load forecasting, and optimization models that correct the phase distribution.

Keywords: intelligent symmetry, voltage, switching, electric power, Internet of Things.

Электрические сети напряжением 0,4 кВ являются конечным звеном в цепочке передачи электроэнергии потребителям. Их стабильная работа критически важна для качества электроснабжения жилых, коммерческих и промышленных объектов. Одной из ключевых проблем таких сетей остается

асимметрия напряжений, возникающая из-за неравномерного распределения нагрузок между фазами. Это явление вызывает перекосы напряжений в узлах сети, что ведет к преждевременному износу оборудования, росту потерь и даже аварийным отключениям. Традиционные методы симметрирования, основанные на ручной корректировке нагрузок, оказываются малоэффективными в условиях динамично меняющегося энергопотребления [1]. Современные вызовы требуют перехода к интеллектуальным системам, способным адаптироваться к изменениям в реальном времени. Основой разработанной методики стал принцип приоритета управления напряжениями в узлах сети. В отличие от классического подхода, где балансировка фаз выполняется по току или мощности, предлагаемая модель фокусируется на достижении заданных диапазонов напряжений (например, 230 В ±5%) в каждом узле. Это позволяет учесть не только текущие нагрузки, но и характеристики сети – сопротивление линий, параметры трансформаторов, влияние соседних потребителей. Методика включает три этапа [2]. Первый – создание цифрового двойника сети через интеграцию данных от умных счетчиков, датчиков качества электроэнергии и GIS-систем. Это обеспечивает точное моделирование топологии и параметров линий. Второй этап – прогнозирование нагрузок с использованием алгоритмов машинного обучения (LSTM-сети, градиентный бустинг), анализирующих исторические данные, сезонность и поведение потребителей. Третий этап – оптимизация распределения нагрузок между фазами с помощью генетических алгоритмов или методов нелинейного программирования, минимизирующих целевую функцию отклонений напряжений от предпочтительных значений. Критерий предпочтительных напряжений формулируется как поддержание всех узлов в зоне допустимых отклонений с приоритетом для критических точек – например, узлов с чувствительным оборудованием. Алгоритм непрерывно пересчитывает оптимальную конфигурацию сети при изменении нагрузки, погодных условий или подключении новых потребителей. Для этого используются облачные вычисления, что позволяет обрабатывать большие объемы данных с минимальной задержкой [3]. Практическая реализация методики требует установки интеллектуальных устройств коммутации (например, фазовых балансировщиков с симисторным управлением), способных автоматически перераспределять нагрузки. В испытаниях на моделируемой сети с 50 узлами применение методики снизило максимальный перекос напряжений с 12% до 3,5%, а потери активной мощности – на 18%. Важным преимуществом стала способность системы предотвращать критические состояния: при резком увеличении нагрузки в одной фазе алгоритм за 2–3 секунды перераспределял потребителей на другие фазы, избегая срабатывания защит [4]. Однако внедрение сталкивается с трудностями. Во-первых, необходима высокая точность данных: погрешность измерения

напряжений должна быть не более 0,5%. Во-вторых, алгоритмы требуют значительных вычислительных ресурсов при масштабировании на крупные сети. Решением становится использование edge-вычислений, где предварительная обработка данных выполняется на локальных устройствах. Кроме того, критически важна защита системы от кибератак, так как зависимость от цифровых технологий повышает уязвимость инфраструктуры. Перспективы методики связаны с развитием интернета вещей (IoT) и стандартов Smart Grid. Интеграция с системами управления микросетями и накопителями энергии позволит не только балансировать фазы, но и оптимизировать режимы генерации. Например, избыток энергии от солнечных панелей может направляться в наиболее нагруженные фазы, дополнительно стабилизируя напряжения [5].

Таким образом, интеллектуальное симметрирование сетей 0,4 кВ на основе критерия предпочтительных напряжений представляет собой качественно новый подход к управлению низковольтными сетями. Оно сочетает современные технологии анализа данных, машинного обучения и автоматизации, обеспечивая высокую надежность и энергоэффективность. Дальнейшие исследования должны быть направлены на упрощение архитектуры системы, снижение ее стоимости и адаптацию к сетям с децентрализованной генерацией.

Источники

1. Дед. А.В. К проблеме современного состояния уровней показателей несимметрии напряжений и токов в сетях 0,4 кВ // Омский научный вестник. Т. 20. № 2. 2024. С. 135.

2. Fadhela K.H., Abdulmuttalib R.T. Load Balancing in Distribution System Using Heuristic Search Algorithm // International Conference on Advances in Sustainable Engineering and Applications (ICASEA), Wasit University, Kut, Iraq, 2021. PP. 48-53.

3. Zhu J.X., Chow M.Y., Zhang F. Phase Balancing using Mixed-Integer Programming // IEEE Transactions on Powcr Systems 2020. Vol. 13. № 4. PP. 1487-1492.

4. Ma Kang, Li Ran, Furong Li. Utility-scale estimation of additional reinforcement cost from three-phase imbalance considering thermal constraints // IEEE Transactions on Power Systems. 2020. Vol. 32. № 5. PP. 912-3923.

5. Сердимов А., Протосветский И. Симметрирущее устройство для трансформаторов. Средство для стабилизации напряжения и снижения потерь в сетях 0,4 кВ // Новости электротехники. 2021. № 1(31).

УДК 621.791

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ОПТИЧЕСКИХ СНИМКОВ МИКРОСТРУКТУРЫ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕЁ ФАЗОВОГО СОСТАВА

Шварц Иван Валерьевич, Гильмутдинов Альберт Харисович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
iv.shvarts@gmail.com

Аннотация. Физико-механические свойства металлических изделий, изготовленных методами лазерной сварки, наплавки, полировки и т.д., сильно зависят от режима обработки, и определяются типом, составом, а также дефектностью полученной микроструктуры. Существующие методы оптической микроскопии зачастую позволяют дать лишь качественную оценку особенностям формирования микроструктур в лазерных процессах. Для проведения количественной оценки, новым направлением является разработка алгоритмов и программ для автоматической обработки изображений. В данной работе разработана программа для анализа оптических снимков микроструктуры нержавеющей стали, полученных в ходе лазерной поверхностной обработки, для определения её фазового состава.

Ключевые слова: лазерные процесса, нержавеющая сталь, микроструктура, фазовый состав, обработка изображений.

DEVELOPMENT OF THE AUTOMATIC ALGORITHM FOR PROCESSING OF MICROSTRUCTURE OPTICAL IMAGES OF STAINLESS STEEL TO DETERMINE IT PHASE COMPOSITION

Shvarts Ivan Valerievich, Gilmutdinov Albert Kharisovich
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
iv.shvarts@gmail.com

Abstract. The physical and mechanical properties of metal parts manufactured by laser welding, laser surfacing, laser polishing etc., are highly dependent on the processing mode and determined by the type, composition, and defectiveness of the resulting microstructure. Existing optical microscopy methods often allow only a qualitative assessment of the features of microstructure formation during laser processes. To carry out a quantitative assessment, a new direction is the development of algorithms and associated programs for automatic image processing. In this paper, a program has been developed for analyzing optical images of the stainless steel microstructure obtained during laser surface treatment to determine its phase composition.

Keywords: laser processes, stainless steel, microstructure, phase composition, image processing.

Исследование физико-механических свойств металлов и сплавов всегда было важной и ответственной задачей. В области лазерных и стремительно

развивающейся направлении аддитивных технологий это задача занимает отдельное место, так как существует необходимость в получении новых материалов с повышенным не только механическими, но и эксплуатационными свойствами [1]. Свойства металлов и сплавов определяются не только режимами обработки, но во многом дефектностью и фазовым составом полученных структур. Для анализа микроструктур существуют традиционные методы анализа металлических образцов такие как методы оптической и электронной микроскопии. Однако, данные методы требуют высокой квалификации человека для проведения пробоподготовки, а также анализа микроструктуры и подготовки окончательного отчета. В настоящее время активным развивающимся направлением является применения машинных методов обучения, автоматических алгоритмов обработки и анализа результатов, искусственного интеллекта и т.д.

Данное направление является чрезвычайно важным так как позволяет на порядок ускорить выполнение научно-исследовательских проектов и опытно-конструкторские работ. Применение машинных методов обучения позволяет также повысить скорость и объём производства за счет снижения времени на выолпнение экспериментальных работы по подбору и определения оптимальных параметров работы установок для получения изделий с минимальным количество дефектов и с заданным уровнем свойств [2]. Это становится возможным в том числе и за счет применения цифровых моделей и двойников, позволяющих проводить виртуальные эксперименты, и устанавливать взаимосвязь параметров режима различных технологических процессов с комплексом физико-механических свойств.

В данной работе рассматривается процесс лазерной поверхностной обработки нержавеющей стали марки AISI 316L. Данный материал является одни из самых распроданных и применяется практических во всех отраслях промышленности: авиастроение, автомобилестроение, судостроение, ракетостроение и т.д. Однако, несмотря на широкое применение, данный материал всё ещё подвержен образованию дефектов и потере свойств в процессе лазерной обработки [3]. Именно поэтому, существует необходимость в дополнительном анализе получаемых микроструктур нержавеющей стали и установлении её связи с механическими и эксплуатационными свойствами. Особенностью нержавеющей стали является её состав, который определяется в основном аустенитом и δ-ферритом. Это две основные фазовые составляющие, которые определяют свойства структуры данного материала.

На рис 1. приведен пример обработки оптического снимка микроструктуры нержавеющей стали, полученной методом лазерной поверхностной обработки. В данной работе принято разграничить микроструктуры нержавеющей стали на две составляющие это аустенит и фаза – X. Принятое обозначение фазы – X связано с

тем, что несмотря на преобладающее наличие аустенита и δ-феррита, в микроструктуре могут наблюдаться другие фазы и включение.

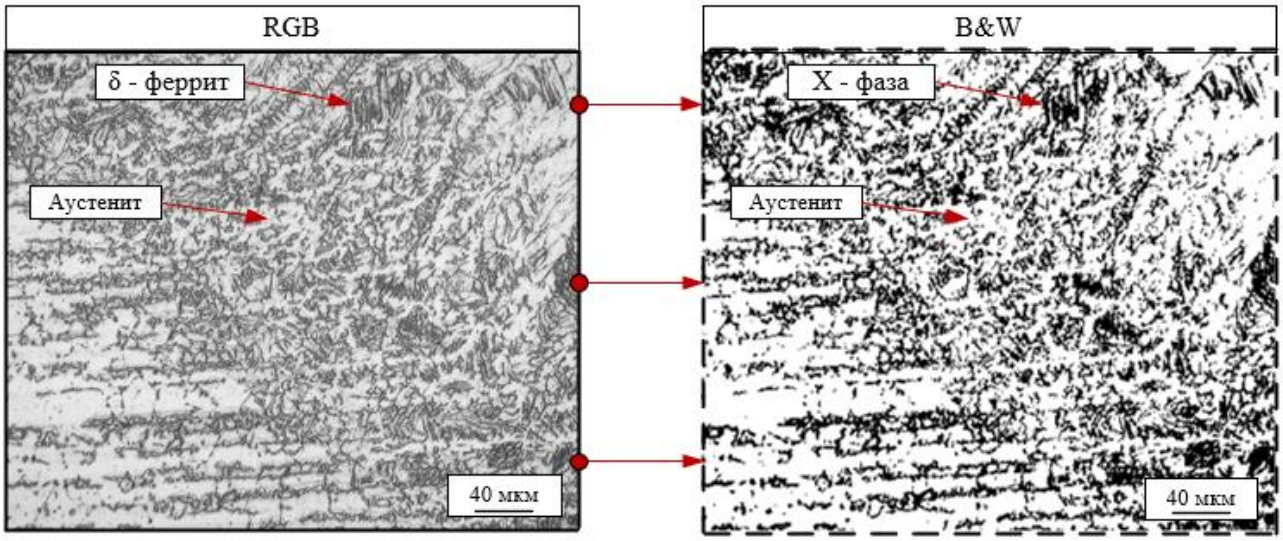


Рис. 1. Алгоритм обработки изображения

Разработанная программа позволяет в автоматическом режима произвести обработку изображения по следующему алгоритму:

1. Считывание изображения
2. Перевод изображения из цветного (RGB) в бинарное (B&W), т.е. черно-белое
3. Определение размера пикселя на основе установленного масштаба
4. Автоматический подсчет количества черных и белых пикселей
5. Определения процентного содержания фазовых составляющих

Таким образом, в данной работе представлен метод экспресс-оценки микроструктуры нержавеющей стали на основе подготовленных оптических снимком микроструктура нержавеющей стали, полученной методом лазерной поверхностной обработки.

Источники

1. DebRoy T., Wei H.L., Zuback J.S., Mukherjee T., Elmer J.W., Milewski J.O., Beese A.M., Wilson-Heid A., De A., Zhang W. Additive manufacturing of metallic components – Process, structure and properties // Progress in Materials Science. 2018. Vol. 92. PP. 112-224, https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2017.10.001.

2. Лосев В.Ф., Морозова Е.Ю., Ципилев В.П. Физические основы лазерной обработки материалов: учебное пособие // Томск: ТПУ, 2011. С. 199.

3. Kumar S., Gopi T., Harikeerthana N. [et al.] Machine learning techniques in additive manufacturing: a state of the art review on design, processes and production control // J Intell Manuf 34, 2023. PP. 21-55. https://doi.org/10.1007/s10845-022-02029-5.

УДК 620.9

ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Шевченко Ярослав Евгеньевич, Масютина Галина Владимировна
Пятигорский институт (филиал) «СКФУ», г. Пятигорск, Россия
yar.shef@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается развитие технологий сохранения энергии с акцентом на гибридные системы, которые объединяют преимущества различных технологий, таких как литий-ионные батареи и суперконденсаторы. Анализируется эффективность гибридных систем в области передачи электроэнергии, возобновляемых источников, резервного питания и портативной электроники. Подчеркиваются их преимущества, включая высокую надежность, экономичность и экологическую устойчивость.

Ключевые слова: технологии хранения энергии, литий-ионные батареи, суперконденсаторы, натрий-серные батареи, гибридные системы.

HYBRID ENERGY STORAGE SYSTEMS: TECHNOLOGICAL ACHIEVEMENTS AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Shevchenko Yaroslav Evgenievich, Masyutina Galina Vladimirovna
Pyatigorsk Institute (branch) NCFU), Pyatigorsk, Russia
yar.shef@mail.ru

Abstract. This article discusses the development of energy storage technologies with a focus on hybrid systems that combine the advantages of various technologies, such as lithium-ion batteries and supercapacitors. The efficiency of hybrid systems in the fields of power transmission, renewable energy sources, backup power, and portable electronics is analyzed. Their advantages are highlighted, including high reliability, cost-effectiveness, and environmental sustainability.

Keywords: energy storage technologies, lithium-ion batteries, supercapacitors, sodium-sulfur batteries, hybrid systems.

Сохранение энергоснабжения является одной из важнейших задач современного общества, стремящегося к устойчивому развитию и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. В последние годы наблюдается прогресс в области технологий хранения энергии, что является шагом к обеспечению энергетического будущего.

Первые накопители энергии появились ещё в XIX веке в виде свинцово-кислотных аккумуляторов. С развитием электротехники появилась потребность

в более компактных, энергоёмких и безопасных решениях. Снижение зависимости от традиционных источников энергии и стремление к экологической устойчивости стимулировали развитие технологий хранения энергии. В этом контексте гибридные системы стали важным звеном энергетической инфраструктуры будущего. Они позволяют не только эффективно аккумулировать избыточную энергию, но и оптимально распределять её в периоды пиковых нагрузок.

Литий-ионные батареи на сегодняшний день являются одними из самых распространённых и универсальных накопителей энергии. Их основные преимущества заключаются в высокой плотности энергии – до 250 Вт·ч/кг, большой эффективность (до 90%), низком уровне саморазряда и хорошей циклической стабильности, что делает их незаменимыми в системах с переменной генерацией, включающих в себя "умные" электросети, солнечные и ветряные электростанции. Однако, несмотря на свои достоинства, литий-ионные аккумуляторы обладают и рядом недостатков: они чувствительны к температурным условиям, подвержены риску перегрева и возгорания при нарушении режима эксплуатации, а также имеют ограниченный ресурс переработки и сравнительно высокую стоимость, что может сдерживать их широкомасштабное применение в ряде регионов и отраслей. [1].

Суперконденсаторы, или ультраконденсаторы, представляют собой альтернативу литий-ионным батареям, обеспечивающим более высокую скорость зарядки и разрядки. Они обладают высокой мощностью, но ограниченной энергоёмкостью (обычно 5-10 Вт·ч/кг) из-за чего используются в качестве миниатюрных накопителей энергии и источников резервного питания, получив наибольшее распространение в области транспортных систем и ситуаций, где требуется быстрая подзарядка или мощный кратковременный выброс энергии, таких как системы регенерации энергии в электромобилях [2].

Натрий-серные батареи представляют собой высокотемпературные аккумуляторы, использующие жидкий натрий в качестве анода и расплав серы в качестве катода. Эти батареи работают при температуре порядка 300-350 °C, что требует хорошей теплоизоляции и систем поддержания температуры. Их ключевыми преимуществами являются высокая энергоемкость (100–150 Вт·ч/кг), долгий срок службы (до 15 лет) и высокая эффективность (до 85%). Они особенно привлекательны для стационарных решений, таких как резервные электростанции, системы балансировки электросетей и крупные промышленные объекты [3].

Рассмотренные технологии имеют как сильные, так и слабые стороны. Именно поэтому наиболее перспективным считается развитие гибридной системы хранения энергии, которая сочетает в себе лучшие характеристики различных технологий.

Различные гибридные системы возобновляемой энергии формируются на основе разнообразных комбинаций архитектурных решений, конфигураций компонентов и принципов взаимодействия между источниками и накопителями энергии. Основная цель гибридизации источников хранения энергии заключается в объединении преимуществ различных технологий накопления энергии для создания более эффективной, надёжной и адаптивной системы [4].

К преимуществам активного внедрения гибридных систем следует отнести:

– возможность комбинировать различные технологии хранения (например, батареи и суперконденсаторы), что позволяет оптимизировать их эффективность и производительность;

– повышенную надежность и компенсаторную функцию скомбинированных технологий;

– гибкость в управлении, способность адаптироваться к изменяющимся условиям нагрузки и обеспечивать необходимую мощность в пиковые моменты;

– снижение затрат на оборудование, использование технологий в наиболее эффективных режимах [5];

– снижение выбросов углерода и отходов;

– долговечность и срок службы.

Учитывая растущую эффективность и устойчивые решения по сохранению энергии, гибридные системы имеют потенциал для значительного роста. Развитие технологий, таких как новые материалы для суперконденсаторов и улучшенные химические составы для батарей, может привести к созданию более эффективных и мощных гибридных систем.

Основными направлениями развития гибридных систем являются исследования в области наноматериалов, интеллектуальные процессы на основе искусственных нейронных сетей, а также интеграция гибридных систем с Интернетом вещей для оперативного управления. Важным аспектом является также интеграция с возобновляемыми источниками энергии, такими как солнечные и ветровые установки, что позволяет значительно снизить погрешность данных и повысить эффективность систем электроснабжения. Разработка модульных систем, адаптируемых под различные нужды, создает дополнительные возможности для их применения в самых различных существах – от бытового использования до промышленных решений.

Таким образом, гибридные системы хранения энергии – это не просто технологический тренд, а стратегический вектор развития современной энергетики. Их гибкость, адаптивность и потенциал к интеграции с различными источниками энергии, делают их основой устойчивого энергетического будущего. Совершенствование материалов, алгоритмов управления и

производственных процессов позволит в ближайшие годы значительно расширить области применения гибридных решений, способствуя энергетической трансформации на глобальном уровне.

Источники

1. Скундин А.М., Кулова Т.Л., Григорьева О.Ю. Литий-ионные аккумуляторы; учебное пособие // М.: Издательство МЭИ. 2022. С. 6.
2. Иванова Н.Ю., Комарова И.Э., Бондаренко И.Б., Электрорадиоэлементы. Часть 2 Электрические конденсаторы // СПб: Университет ИТМО, 2015. С. 70.
3. Умбеткулов Е.К., Соколова И.С. Накопители электроэнергии. Учебное пособие // Алматы: АУЭС им Г. Даукееева, 2022. С. 26.
4. Толкачев Я.М., Тютин Д.А., Авакян М.К., Воробьев А.В. Анализ и синтез гибридных систем гравитационной генерации и накопления энергии на основе морфологического подхода // Известия ТулГУ. Технические науки. 2021. Вып. 9. С. 571.
5. Усачева И.В., Гладкая Е.А., Ландин С.В. Гибридные накопители энергии: проблемы и перспективы технологий хранения энергии // Научные труды Вольного экономического общества России. 2022 №4. С. 158

УДК 004.94

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ТЕХНОЛОГИЙ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Шигапова Милена Радомировна, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
islaaamova@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается концепция цифровых двойников технологий как инструмента цифровой трансформации. Описываются принципы их создания, сферы применения и перспективы развития. Особое внимание уделяется преимуществам и ограничениям технологии, а также её роли в российской промышленности. Приводится пример использования цифровых двойников в компании "Газпром нефть".

Ключевые слова: цифровые двойники, цифровая трансформация, виртуальные модели, Индустрия 4.0.

DIGITAL TWINS OF TECHNOLOGIES: CURRENT STATE AND PROSPECTS

Shigapova Milena Radomirovna, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Kazan, Russia
islaaamova@yandex.ru

Abstract. The article examines the concept of digital twins of technologies as a tool for digital transformation. It describes the principles of their creation, areas of application, and development prospects. Special attention is paid to the advantages and limitations of the technology, as well as its role in Russian industry. An example of the use of digital twins at Gazprom Neft is provided.

Keywords: digital twins, digital transformation, virtual models, Industry 4.0.

Современный мир вступает в эпоху цифровой трансформации, где технологии определяют прогресс. Цифровые двойники технологий – виртуальные модели, отражающие реальные системы, – становятся её ключевым элементом. Они преобразуют промышленность, энергетику и медицину, поддерживая в России программу «Цифровая экономика». К 2030 году их рынок превысит 50 миллиардов долларов, а успехи «Газпром нефть» и «Северсталь» подтверждают их потенциал. Эта статья раскрывает сущность цифровых двойников технологий, их применение и будущее, показывая, как они связывают реальность с инновациями.

Цифровой двойник технологии – это виртуальная копия реальной системы, от станка до сети, синхронизированная с ней через данные. Зарипова и др. (2023) называют их основой цифровой эволюции, где анализ данных заменяет традиционное управление [1]. Они моделируют не только структуру, но и поведение технологий, становясь универсальным инструментом Индустрии 4.0.

Концепция родилась в NASA в 2000-х для мониторинга шаттлов. С развитием IoT, AI и облачных вычислений она охватила новые сферы. Процесс прост: датчики собирают данные (вибрация, температура), затем строится модель, обновляемая в реальном времени. Инструменты вроде Siemens NX, ANSYS Twin Builder и Microsoft Azure Digital Twins адаптируют их для технологий сборки, энергетики или логистики.

Цифровые двойники технологий уже меняют отрасли. В промышленности «Газпром нефть» использует их для мониторинга насосов, сокращая простои на 15-20% [2], а «Северсталь» оптимизирует печи, экономя 10% энергии. В энергетике «Россети» моделируют сети, предотвращая аварии, а «Яндекс» улучшает транспортные технологии, анализируя потоки. В медицине «Сколково» разрабатывает двойники технологий диагностики, совершенствуя операции. Эти примеры показывают, как цифровые двойники технологий повышают эффективность и точность управления.

Цифровые двойники технологий движутся вперёд с AI, AR и большими данными. Интеграция с AR/VR, как в Казанском университете [1], сделает их визуальным инструментом проектирования. «ЛУКОЙЛ» моделирует технологии переработки, снижая экологический след, а "умные" города вроде Москвы могут оптимизировать инфраструктурные технологии. В России они укрепляют суверенитет: «Интер РАО» совершенствует электростанции, снижая зависимость от импорта. Они становятся зеркалом, отражающим будущее технологий.

Цифровые двойники технологий открывают новые горизонты. Они позволяют прогнозировать сбои, как в «Газпром нефть», экономить ресурсы, как в «Северсталь», и тестировать идеи без риска. Это ускоряет разработку технологий, от двигателей до сетей. Однако их потенциал ограничен: создание требует значительных вложений в оборудование и ПО, а точность зависит от качества данных. Киберугрозы тоже реальны – взлом двойника может нарушить работу системы. Эти барьеры требуют баланса между амбициями и ресурсами.

Цифровой двойник технологии насоса в «Газпром нефть2 собирает данные о вибрации и температуре, предсказывая сбои. Это сократило простои на 15-20%, повысив эффективность [2]. Схема на рисунке 1 иллюстрирует процесс.

Рис. 1. Схема цифрового двойника технологии в «Газпром нефть»

Цифровые двойники технологий – это зеркало, в котором реальные системы видят свои возможности. Они оптимизируют процессы, как в «Газпром нефть», и прокладывают путь к инновациям в экологии и медицине. Несмотря на затраты и риски, их роль в развитии технологий неоспорима. В России они становятся мостом к суверенитету и прогрессу, соединяя сегодняшний день с завтрашними прорывами.

Источники

1. Зарипова Р.С., Валеева Ю.С., Смирнов Ю.Н. [и др.] Цифровые технологии в решении проблем современности: монография // Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. С. 298.

2. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. О проектировании цифрового двойника системы нефтепродуктообеспечения // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 5. С. 161-164.

3. Зарипова Р.С., Мустафин Р.Ф. Технологический суверенитет современной России // Цифровая трансформация промышленности: новые горизонты. Москва, 2022. С. 176-178.

4. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Казань, 2023. С. 216-218.

5. Закриева М.С., Магомедов И.А., Зарипова Р.С. Автоматизация производства с помощью новых технологий // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Т. 13. № 4-1. С. 641-646.

УДК 621.77.04

СОВРЕМЕННОЕ АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ПЕРСПЕКТИВЫ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ

Щекурин Константин Сергеевич, Хамитова Динара Вилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Shchekyrin.kostya@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются перспективы, проблемы и возможные решения в области современного аддитивного производства. Аддитивное производство, или 3D-печать, представляет собой революционную технологию, позволяющую создавать объекты путём последовательного нанесения слоёв материала. Эта методика открывает новые горизонты в различных отраслях промышленности, включая авиацию, медицину, автомобилестроение и многие другие.

Ключевые слова: аддитивное производство, 3D-печать, технологии, проектирование, оборудование, интеграция.

MODERN ADDITIVE MANUFACTURING: PROSPECTS, PROBLEMS, SOLUTIONS

Shchekurin Konstantin Sergeevich, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
Shchekyrin.kostya@mail.ru

Abstract. This article discusses the prospects, problems and possible solutions in the field of modern additive manufacturing. Additive manufacturing, or 3D printing, is a revolutionary technology that allows you to create objects by sequentially applying layers of material. This technology opens up new horizons in various industries, including aviation, medicine, automotive and many others.

Keywords: additive manufacturing, 3D printing, technology, design, equipment, integration.

Перспективы аддитивного производства:

1. Создание сложных геометрических форм: аддитивные технологии позволяют производить детали со сложной структурой, которые невозможно или экономически нецелесообразно изготавливать традиционными методами. Оборудование для 3D моделирования показана на рисунке. Это особенно важно для отраслей, требующих высокой точности и уникальности изделий, таких как авиация и медицина [1].

2. Сокращение времени и затрат на производство: 3D-печать позволяет значительно сократить время на проектирование и производство прототипов и конечных продуктов. Это ускоряет процесс внедрения новых изделий на рынок и снижает затраты на их производство.

3. Персонализация продукции: аддитивные технологии позволяют открыть возможности для создания персонализированных продуктов, адаптированных под индивидуальные потребности клиентов. Это особенно актуально в медицине, где 3D-печать используется для создания индивидуальных имплантатов и протезов.

4. Оптимизация логистики и запасов: благодаря возможности локального производства деталей по требованию, компании могут сократить запасы и оптимизировать логистические цепочки, что приводит к снижению затрат и улучшению эффективности производства [2].

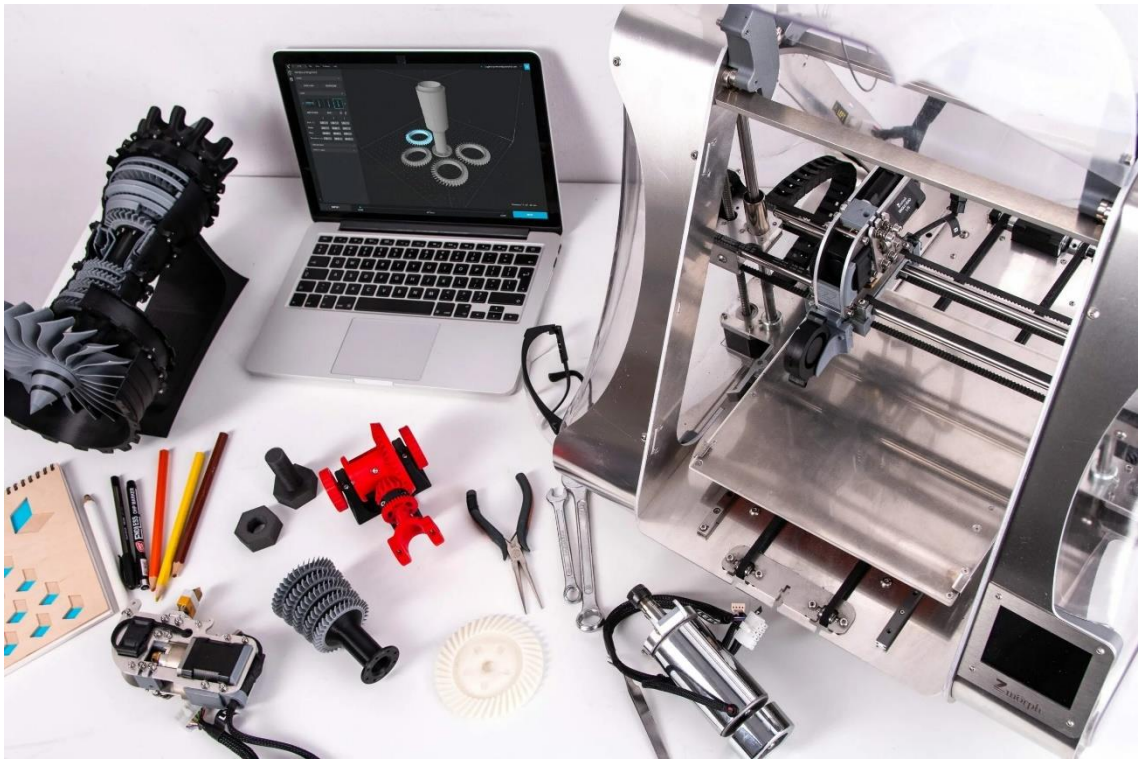


Рис. 1. Оборудование для 3D моделирования

Проблемы аддитивного производства:

1. Высокая стоимость оборудования и материалов: на данный момент оборудование для аддитивного производства и используемые материалы могут быть дорогостоящими, что ограничивает доступ к этой технологии для малых и средних предприятий.

2. Необходимость разработки новых стандартов и норм: аддитивные технологии требуют разработки новых стандартов качества, безопасности и

сертификации продукции. Это необходимо для обеспечения надёжности и соответствия изделий требованиям различных отраслей [3].

3. Вопросы обеспечения качества и безопасности: постоянное качество и безопасность изделий, напечатанных на 3D-принтере, могут быть сложной задачей из-за разнообразия материалов и процессов печати. Обеспечение соответствия напечатанных деталей требуемым механическим и конструктивным свойствам имеет решающее значение, особенно в таких важных областях применения, как аэрокосмическая промышленность и медицинские устройства.

4. Ограниченная производительность и масштабируемость: в некоторых случаях аддитивное производство может быть менее производительным по сравнению с традиционными методами массового производства. Это ограничивает его применение в крупносерийном производстве.

Решения для преодоления проблем:

1. Разработка более доступных и эффективных материалов: исследования и разработки в области новых материалов могут снизить стоимость и улучшить свойства материалов для 3D-печати, делая технологию более доступной и привлекательной для широкого круга производителей.

2. Совершенствование технологий печати: улучшение технологий печати, включая повышение скорости, точности и надёжности, может сделать аддитивное производство более конкурентоспособным по сравнению с традиционными методами [4].

3. Сотрудничество между производителями, исследовательскими центрами и регуляторами: разработка общих стандартов и норм совместно с производителями, исследовательскими центрами и регуляторами может ускорить внедрение аддитивных технологий и обеспечить их безопасное и эффективное использование.

4. Интеграция с традиционными методами производства: комбинирование аддитивных технологий с традиционными методами производства может оптимизировать процессы и улучшить общую эффективность производства, сочетая преимущества обоих подходов.

Таким образом, аддитивное производство представляет собой перспективную технологию с широким спектром применений в различных отраслях. Несмотря на существующие проблемы, такие как высокая стоимость оборудования и необходимость разработки новых стандартов, возможные решения могут значительно ускорить внедрение и развитие этой технологии. Сотрудничество между всеми заинтересованными сторонами, исследования и разработки в области новых материалов и технологий печати будут способствовать преодолению текущих ограничений и раскрытию полного потенциала аддитивного производства [5].

Источники

1. Шарафутдинова Д.Ш., Шарипов И.И. 3D-печать как новое научно-техническое направление // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 664-667.

2. Рукавишников А.А., Прец М.А. Компьютерная графика как технология современного проектирования и дизайна // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. Матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. Казань, 2022. С. 223-226.

3. Проблемы развития отечественных аддитивных технологий [Электронный ресурс]. https://clck.ru/3HZmAp.

4. Габдрашитов Т.А., Шарипов И.И. Импортозамещение с использованием 3D-печати и 3D-сканирования // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 58-60.

5. ООО «Росатом Аддитивные технологии» [Электронный ресурс]. https://rosat.tvel.ru.

УДК 004

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДОСТАВКИ ЕДЫ В РЕСТОРАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ IDEF0

Щепетова Мария Витальевна, Горшкова Виктория Сергеевна
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
mari.shhepetova@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема отсутствия собственного решения для доставки еды в ресторане. Изучены проблемы, возникающие при использовании услуг сторонних сервисов доставки еды. Рассмотрены модели, иллюстрирующие основной процесс системы и его детализированное описание. В процессе исследования выявлены «узкие места» и предложено автоматизированное решение, которое направлено на улучшение контроля над процессом доставки, снижение затрат, связанных с комиссиями, и повышение уровня конкурентоспособности.

Ключевые слова: доставка еды, ресторан, IDEF0.

MODELING THE PROCESS OF FOOD DELIVERY IN A RESTAURANT USING IDEF0 METHODOLOGY

Schepetova Maria Vitalievna, Gorshkova Victoria Sergeevna
NMSTU, Magnitogorsk, Russia
mari.shhepetova@bk.ru

Abstract. The article discusses the problem of the lack of a proprietary solution for food delivery in a restaurant. The problems that arise when using the services of third-party food delivery services have been studied. Models illustrating the main process of the system and its detailed description are considered. In the course of the research, "bottlenecks" were identified and an automated solution was proposed that aims to improve control over the delivery process, reduce commission-related costs, and increase competitiveness.

Keywords: food delivery, restaurant, IDEF0.

В современном мире, где цифровые технологии вошли прочно в нашу жизнь, наличие собственного приложения для доставки еды становится важным бизнес-решением для ресторанов. Но многие заведения продолжают пользоваться услугами сторонних сервисов доставки еды. Такое решение может показать простым и удобным, однако в нем есть свои недостатки.

Рассмотрим основные проблемы, которые могут возникнуть при использовании рестораном сторонних сервисов доставки еды:

– Зависимость от сторонних сервисов: полагаясь на внешние платформы, ресторан становится зависимым от их политики, комиссий и изменений в условиях обслуживания.

– Высокие комиссии: на сегодняшний день средняя комиссия для ресторана, доставляющего заказ самостоятельно – 20-25% от суммы заказа, а при доставке курьерами стоимость может вырасти до 35%. Такие высокие комиссии значительно уменьшают маржу прибыли ресторана, что может негативно сказаться на его финансовом состоянии.

– Отсутствие контроля над качеством обслуживания: ресторан не может полностью контролировать процесс доставки, что может привести к жалобам клиентов из-за опозданий или повреждений еды.

– Конкуренция на одной платформе: Наличие множества ресторанов на одной платформе увеличивает конкуренцию и может снизить видимость вашего заведения.

В условиях растущей конкуренции и изменяющихся потребностей клиентов, ресторанам стоит рассмотреть возможность разработки собственного решения для доставки еды [1].

Исследование бизнес-процесса доставки еды состоит из анализа этапов доставки, который включает в себя приём и обработку заказа, взаимодействие с кухней, маршрутизацию и получение обратной связи. Кроме того, оно также состоит из изучения технологий и выявления «узких мест». Это позволяет выявить области для улучшения, повысить эффективность процессов и обеспечить более высокий уровень удовлетворенности клиентов.

Данный бизнес-процесс был выбран исходя из его значимости для успешного функционирования ресторана. Грамотное управление этим процессом позволяет улучшить качество обслуживания, снизить издержки, минимизировать ошибки и укрепить позиции на рынке.

На рис. 1 представлена модель IDEF0 – контекстный уровень A0 бизнес-процесса доставки еды, которая описывает основной процесс системы, её внешние входы и выходы [2].

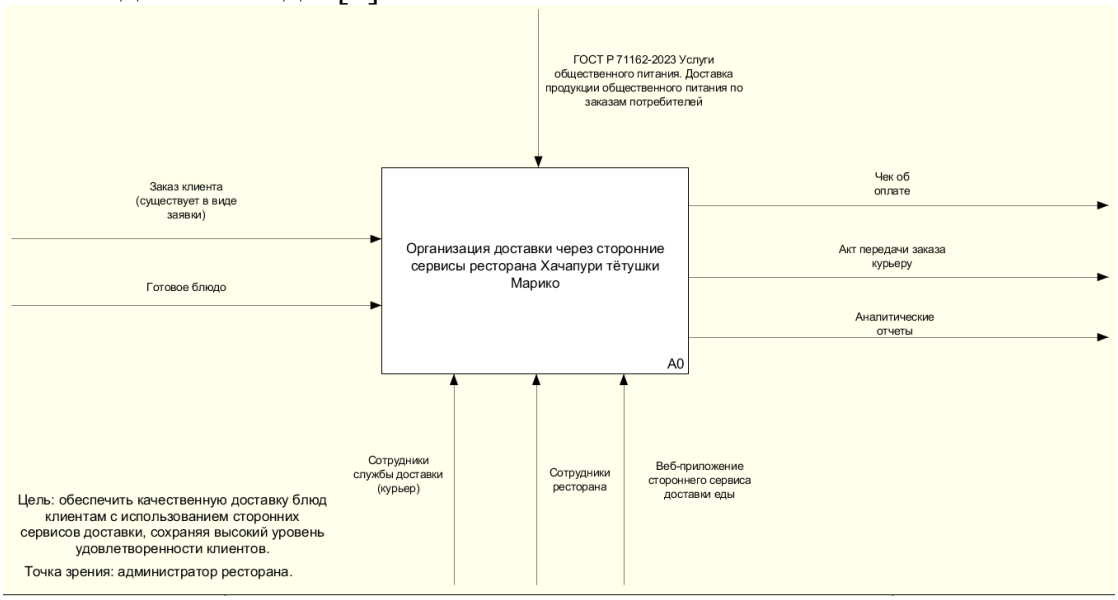


Рис. 1. Модель IDEF0 - контекстный уровень для бизнес-процесса доставки еды

Более подробное описание процесса представлено на рис. 2. Модель IDEF0 – верхний уровень A0 бизнес-процесса доставки еды. Данная диаграмма необходима для визуализации и структурирования основных компонентов процесса, а также для выявления взаимосвязей между ними [3].

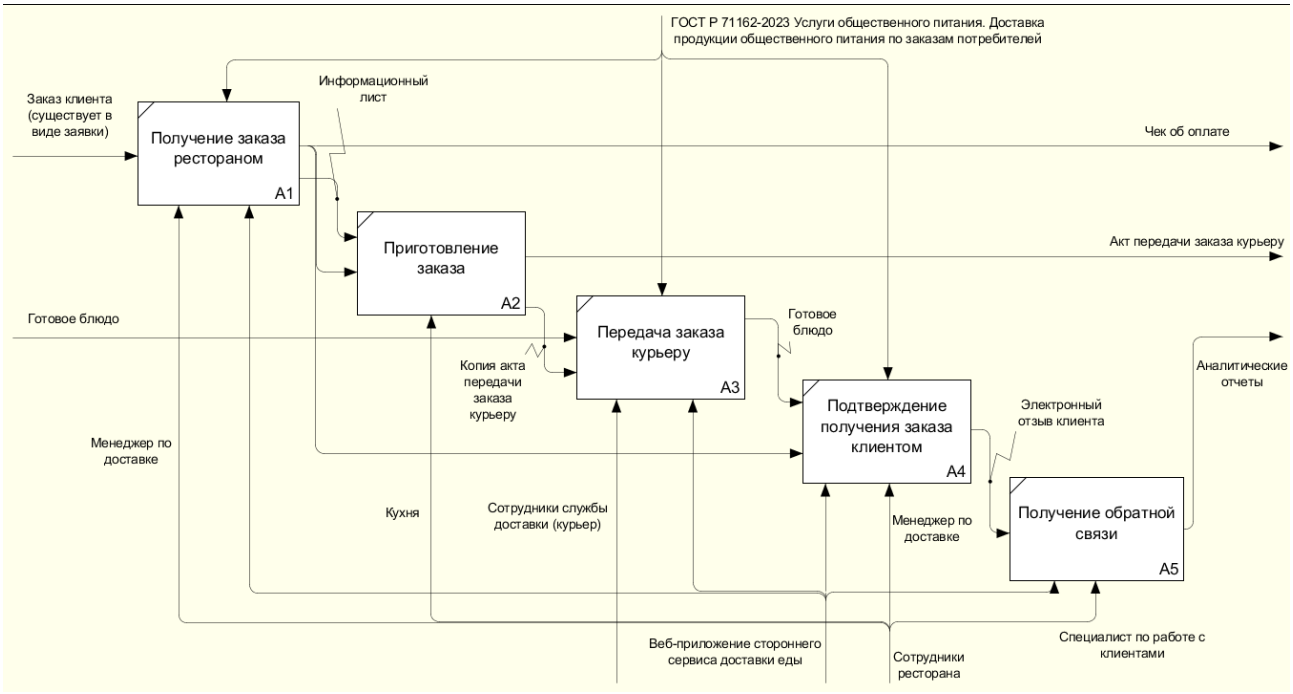


Рис. 2. Модель IDEF0 – верхний уровень A0 бизнес-процесса доставки еды

В результате исследования бизнес-процесса и построения модели были выявлены следующие «узкие места»:

– Контроль над процессом доставки

– Высокие комиссии

– Конкуренция на одной платформе

На основании выявления «узких мест» бизнес-процесса было принято управленческое решение о создании собственного веб-приложения. Это решение направлено на улучшение контроля над процессом доставки, снижение затрат, связанных с комиссиями, и повышение уровня конкурентоспособности.

Источники

1. ГОСТ Р 71162-2023 Услуги общественного питания. Доставка продукции общественного питания по заказам потребителей. Общие требования: национальный стандарт Российской Федерации. 2024. С. 12.

2. Долганова О.И., Виноградова Е.В., Лобанова А.М. Моделирование бизнес-процессов: учебник и практикум для вузов // М.: Изд-во Юрайт, 2024. С. 322.

3. Назарова О.Б., Масленникова О.Е. Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие // Изд-во ФЛИНТА, 2023. С. 261.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 004.8:519.21

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ В ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ И КОМПЬЮТЕРНОМ ЗРЕНИИ

Абдуллина Айсылу Фанисовна, Будникова Иветта Константиновна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
abdullina-2005@inbox.ru

Аннотация. Статья посвящена применению вероятностных моделей, таких как байесовские сети, марковские случайные поля, в обработке изображений и компьютерном зрении. Эти методы эффективно учитывают неопределенность и шум, что делает их незаменимыми для задач сегментации, классификации и восстановления изображений. Вероятностные модели демонстрируют высокую точность и интерпретируемость, что делает их ключевыми во многих областях.

Ключевые слова: вероятностные модели, компьютерное зрение, байесовские сети, марковские случайные поля,

PROBABILISTIC MODELS IN IMAGE PROCESSING AND COMPUTER VISION

Abdullina A. F., Budnikova I. K.
KSPEU, Kazan, Russia
abdullina-2005@inbox.ru

Abstract. The article is devoted to the application of probabilistic models such as Bayesian networks, Markov random fields and Gaussian processes in image processing and computer vision. These methods effectively account for uncertainty and noise, making them indispensable for image segmentation, classification, and reconstruction tasks. Probabilistic models demonstrate high accuracy and interpretability, which makes them key in many areas.

Keywords: probabilistic models, computer vision, Bayesian networks, Markov random fields.

Использование вероятностных моделей позволяет повысить точность и устойчивость алгоритмов обработки изображений и компьютерного зрения. Эти методы эффективно учитывают неопределенность и шум, что особенно важно в реальных условиях, где изображения часто искажены, частично скрыты или содержат неоднозначные элементы. Вероятностные подходы успешно решают

задачи сегментации, классификации и восстановления изображений, особенно в условиях ограниченного объема обучающих данных или при наличии зашумленных входных данных [1].

Байесовские сети – это мощный инструмент для моделирования сложных вероятностных зависимостей и учета неопределенности в данных. Они широко применяются в задачах классификации объектов, сегментации изображений, восстановления данных и обнаружения аномалий. В медицинской визуализации байесовские сети используются для точной сегментации опухолей на снимках МРТ, учитывая контекстную информацию и априорные знания о форме и размере новообразований. Их интерпретируемость делает их особенно полезными в критически важных приложениях, таких как медицинская диагностика и автономное вождение.

При анализе изображений сцены байесовские сети учитывают взаимосвязи между объектами, их расположением и фоном, что улучшает точность классификации и делает выводы более устойчивыми к шуму и искажениям. В задачах распознавания лиц они моделируют зависимости между чертами лица, такими как расстояние между глазами и форма носа, что помогает повысить точность идентификации даже в условиях изменчивого освещения или частичного перекрытия лица [2].

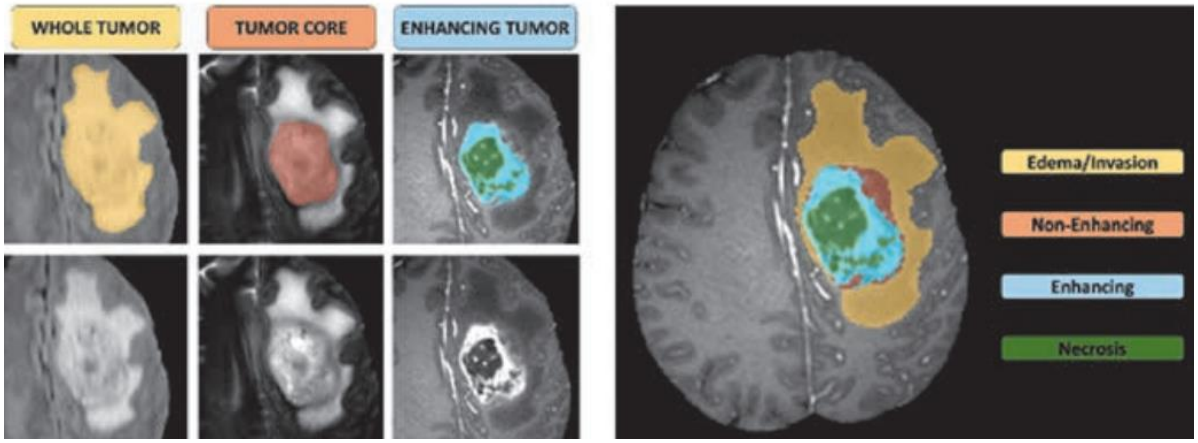


Рис. 1. Сегментация медицинского изображения с использованием байесовских сетей.

На примере (рис.1) показано: желтая маска – вся опухоль, красная маска – ядро опухоли, синяя маска – контрастируемая часть опухоли, зеленая маска – некротические/кистозные компоненты в контрастируемой части опухоли.

Марковские случайные поля – это вероятностные графические модели, которые учитывают пространственные зависимости между пикселями или регионами изображения. Их активно применяют в задачах восстановления изображений, таких как устранение шума или заполнение пропущенных данных. Они моделируют априорные знания о структуре изображения, такие как гладкость или текстура, что помогает восстановить исходные данные из

зашумленных или поврежденных изображений. В задачах реставрации старых фотографий марковские случайные поля могут использоваться для восстановления утраченных деталей, учитывая вероятностные связи между соседними пикселями [3].

В задачах обнаружения объектов и классификации марковские случайные поля помогают учитывать контекстную информацию, что улучшает точность предсказаний. Так, при анализе сцены они могут учитывать взаимное расположение объектов, что помогает правильно классифицировать их даже в условиях частичного перекрытия или сложного фона.

Рис. 2. Пример восстановления изображения с использованием марковских случайных полей

Таким образом, вероятностные модели играют важную роль в обработке изображений и компьютерном зрении [4]. Интеграция этих методов с современными подходами, такими как глубокое обучение, открывает новые перспективы для развития области и повышения точности алгоритмов.

Источники

1. Ветров Д.А. Нейробайесовский подход к задачам машинного обучения. URL: https://www.rscf.ru/prjcard_int?17-71-20072 (дата обращения 25.02.2025)

2. Хамидуллин С.А., Будникова И.К. Применение алгоритмов машинного обучения для решения задач классификации при обработке текстовых комментариев / Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27, № 10. С. 121-126.

3. Фам К.Т., Копылов А.В. Мультиквадратичная процедура динамического программирования для восстановления изображений с сохранением локальных особенностей / Известия ТулГУ. Естественные науки 2014. С.143-157

4. Будникова И.К., Абдуллина Н.М. Применение методов ompьютерного зрения при анализе видеоданных / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 1 (23). С. 84-86.

УДК 631.365.3/4:633.88

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ЗЕРНОСУШИЛОК

Андреев Сергей Андреевич, Четвериков Евгений Александрович
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия
e.chetverikov@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье предложена математическая модель процесса комбинированного нагрева зерна микроволновым полем и конвективным тепловым потоком, которая может быть использована для постановки теоретических экспериментов в автоматизированных зерносушилках комбинированного типа. Использовалась физическая модель микроволново-конвективной сушки с выводом уравнения динамики сушильного процесса, на основании которого в среде OWEN logic была разработана имитационная модель комбинированной зерносушилки, предназначенная для генерации систем автоматического управления.

Ключевые слова: комбинированная сушка, микроволновый нагрев, имитационное моделирование, автоматизированные зерносушилки, энергоэффективность.

MATHEMATICAL MODELING OF COMBINED GRAIN DRYERS

Andreev Sergey Andreevich, Chetverikov Evgeny Alexandrovich
K.A. Timiryazev Moscow State Agricultural Academy, Moscow, Russia
e.chetverikov@rgau-msha.ru

Annotation. The article proposes a mathematical model of the process of combined heating of grain by a microwave field and convective heat flow, which can be used to set up theoretical experiments in automated grain dryers of a combined type. A physical model of microwave convective drying was used with the derivation of the equation of the dynamics of the drying process, on the basis of which a simulation model of a combined grain dryer designed to generate automatic control systems was developed in the OWEN logic environment.

Keywords: combined drying, microwave heating, simulation modeling, automated grain dryers, energy efficiency.

Исследование проводится с целью изучения свойств диэлектрических материалов, которые перемещаются в виде непрерывного потока через систему. В этой системе материалы обдуваются потоком воздуха, который несёт тепло, и подвергаются воздействию СВЧ-излучения. Поток воздуха движется перпендикулярно потоку материалов и направлению движения воздуха.

СВЧ-излучение поступает в материалы с двух сторон (рис. 1). В результате взаимодействия с диэлектриком энергия нагревает его, вызывая нагрев, испарение влаги и вывод потока материала на поверхность [1-3]. Одной из основных задач эксперимента было обеспечение плавного или ступенчатого регулирования мощности микроволнового излучения с небольшим декрементом затухания.

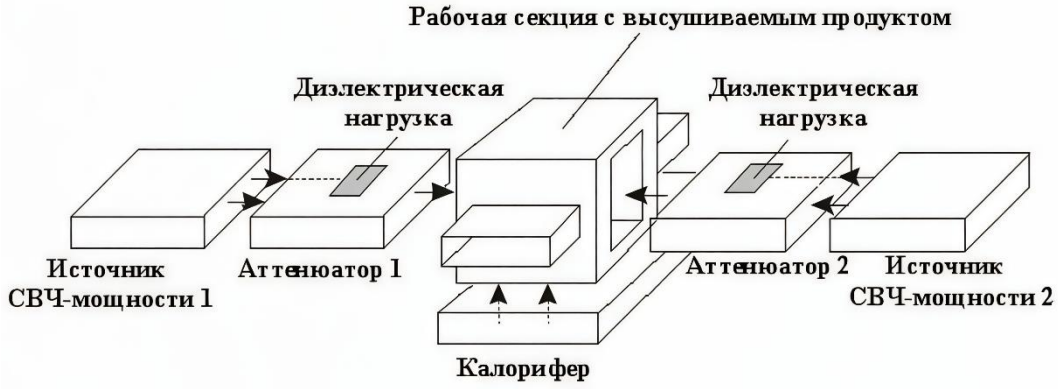


Рис.1. Физическая модель процесса комбинированной сушки

Для выполнения этой задачи были использованы стандартные генераторы микроволн мощностью от 600 до 700 Вт. Энергия от генераторов подавалась в испытательную секцию через аттенюаторы с возможностью плавной регулировки. Эти устройства обеспечивали ослабление сигнала в диапазоне от 8 до 15 децибел. Это соответствовало односторонней инжекции энергии от 20 до 100 Вт или двухсторонней от 40 до 200 Вт. Таким образом, можно было изменять соотношение мощностей микроволнового и теплового потоков в диапазоне от 1 до 5%. Аттенюаторы представляли собой желобковый волновод, внутри которого были расположены поглощающие диэлектрические тела. Перемещая эти тела в пространстве, можно было регулировать величину затухания. Если перемещать диэлектрическую нагрузку в этом направлении, то величина затухания будет плавно меняться.

В качестве варьируемого диэлектрического заполнения желобкового волновода использовался набор водяных нагрузок, которые устанавливались в исходном положении в минимуме СВЧ-поля. С помощью специального механического устройства они перемещались в направлении увеличения поля. Каждому положению нагрузок соответствовала определённая величина затухания секции и, следовательно, мощность выходящего из неё потока СВЧ-энергии, который затем инжектировался в экспериментальную секцию.

В результате проведённых экспериментов была получена зависимость для динамики процесса сушки при одновременном воздействии на продукт обоих потоков энергии — теплового конвективного и микроволнового.

$$\left|\frac{dm}{dt}\right| = K\left(\frac{\tilde{T}_n + \Delta\tilde{T}_n}{273}\right)^{1,89}\left(10^{\frac{6,9T_0}{230+T_0}} - 1,78\right), \qquad (1)$$

где $\Delta\tilde{T}_n$ - приращение средней температуры потока диэлектрических объектов за счет воздействия СВЧ энергии, $K = 1{,}29 \cdot 10^{-4} (ln)^{3/4} (V_B / \nu)^{1/2}$, l и n – линейные размеры продукта [м], Vв- скорость потока воздуха [м/с^2], ν – кинематическая вязкость воздуха [м^2/с].

Очевидно, что использование упрощённых методов при разработке систем автоматического управления не позволяет обнаружить и реализовать оптимальные решения. Применение имитационных математических моделей процессов сушки, которые точно отражают как статические, так и динамические характеристики процессов, позволит найти эти решения в ходе целенаправленных интерактивных экспериментов с моделями. В основе имитационных моделей лежат математические модели процессов сушки зерна, разработанные в [6-9]. В среде OWEN logic была создана имитационная модель сушилки, реализованная на языке функциональных блоков FBD (рис.2).

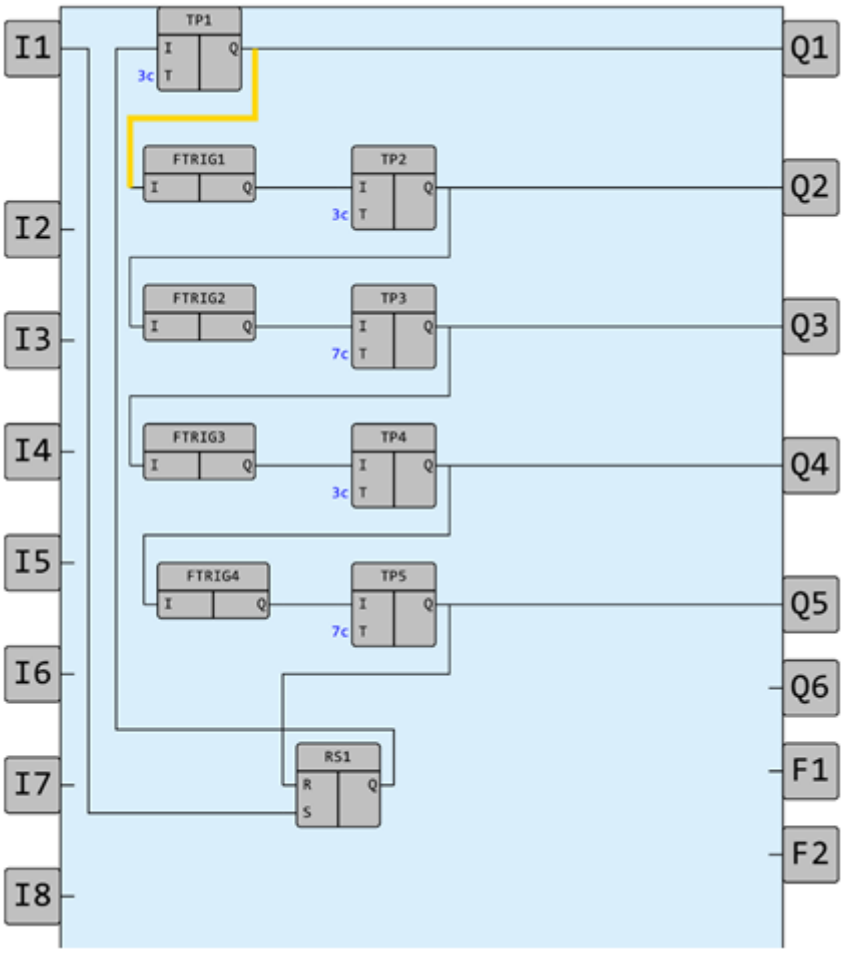


Рис.2. Имитационная модель комбинированной зерносушилки посредством FBD

После заполнения продуктом радиопрозрачного лотка, датчик подает на дискретный вход I1 программируемого реле ПР200 сигнал о полной загрузке, тем самым активируя триггер RS1 с приоритетом включения. После этого посредством детекторов заднего фронта FTRIG3 и FTRIG4, управляющее воздействие подается на включение обоих магнетронных источников (рис. 1.), через дискретные выходы Q3 и Q4. Таким образом создается стимулирующее

воздействие СВЧ поля необходимой длительности ТР4 и ТР5. После завершения действия импульса магнетроны отключаются и посредством детекторов заднего фронта FTRIG1 и FTRIG2 на необходимую длительность через ТР2 и ТР3 активируются выходы Q1 и Q2, тем самым включая элементы нагрева и обдува.

Результаты испытаний отдельных моделей и модели зерносушилки комбинированного типа в целом подтверждают, что она может служить адекватной моделью объекта управления.

Источники

1. Четвериков Е.А., Шестаев А.Е. Обоснование параметров сушки зерна микроволновым полем // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы IX Международной научно-практической конференции. Саратов, 2018. С. 29-30.

2. Бородин И.Ф., Шарков Г.А., Андреев С.А. Установка для свч-обработки // Авторское свидетельство SU 1232157 A1, 23.05.1986. Заявка № 3828665 от 05.11.1984.

3. Volgin A.V., Kargin V.A., Chetverikov E.A., Moiseev A.P., Lagina L.A. Improving the efficiency of convective grain drying by using low-intensity RF radiation IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 954 (1), 2022, 012017

4. Usanov K M, Volgin A V, Chetverikov E A, Kargin V A, Moiseev A P, Ivanova Z I 2017 Power electromagnetic strike machine for engineering geological surveys IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 87 032049.

5. Лягина, Л.А. Интенсификация сушки растительного материала за счет использования инфракрасного излучения / Л.А. Лягина, А.В. Волгин, Е.А. Четвериков, Н.Н. Белова, Моисеев А.П. // Известия Международной академии аграрного образования, 2019. -№ 44.

6. Четвериков, Е.А. Микроволновое и инфракрасное излучение в технологиях сушки продукции растительного происхождения: монография / Е.А. Четвериков, Л.А. Лягина, А.П. Моисеев. ФГБОУ ВО "Саратовский ГАУ". Саратов: Амирит, 2016. 186с.

7. Математическая модель процесса комбинированной сушки товарного зерна в установках конвейерного типа / Е.А. Четвериков, К.М. Усанов, А.В. Волгин и др. // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 171-176.

8. Четвериков Е.А., Моисеев А.П., Каргин В.А. Совершенствование установки сушки расторопши за счет автоматизации процесса измерения влажности. - Аграрный научный журнал. 2015. № 7. С. 52-54.

9. Четвериков, Е. А. Методика выбора конструкции рабочих камер установок СВЧ сушки сельскохозяйственной продукции / Е. А. Четвериков, А. А. Полудин // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы X национальной научно-практической конференции с международным участием. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2019. – С. 253-256.

УДК 621.31

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ MICROGRID

Астафьев Виталий Сергеевич, Гарифуллин Марсель Шарифьянович
КГЭУ, г. Казань, Россия
astafev033@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются практики, которые способствуют развитию устойчивых энергетических систем. С учетом глобальных вызовов, связанных с изменением климата и необходимостью перехода на возобновляемые источники энергии, эффективное моделирование и оптимизация микросетей становятся критически важными для достижения целей устойчивого развития.

Ключевые слова: микросети, система, управление, энергия, моделирование.

MATHEMATICAL MODELING OF MICROGRID

Astafyev Vitaly Sergeevich, Garifullin Marsel Sharifyanovich
KSPEU, Kazan, Russia
astafev033@gmail.com

Annotation. The article discusses practices that contribute to the development of sustainable energy systems. Taking into account the global challenges associated with climate change and the need to switch to renewable energy sources, effective modeling and optimization of microgrids are becoming critically important for achieving the goals of sustainable development.

Keywords: microgrids, system, control, energy, modeling.

Микросети (microgrid) представляют собой небольшие локальные энергетические системы, которые могут функционировать как автономно, так и в связке с основной электросетью. Они обеспечивают надежное и устойчивое электроснабжение для потребителей, используя различные источники энергии, включая возобновляемые (солнечные, ветровые) и традиционные (дизельные генераторы). В условиях глобальных изменений климата и роста потребности в устойчивых источниках энергии, микросети становятся всё более актуальными.

Значение математического моделирования.

Математическое моделирование микросетей — это ключевой инструмент для анализа, проектирования и оптимизации этих систем. С помощью математических моделей можно:

1. Оценить производительность: Модели позволяют предсказать, как микросеть будет вести себя в различных условиях, включая изменения в потреблении и генерации энергии.

2. Оптимизировать ресурсы: Используя методы оптимизации, можно определить наилучшие комбинации генераторов, накопителей энергии и потребителей для минимизации затрат и максимизации эффективности.

3. Управлять энергией: Модели помогают разработать стратегии управления для обеспечения надежности системы, включая управление спросом и распределение нагрузки.

4. Анализировать риски: Математическое моделирование позволяет оценить влияние различных факторов, таких как колебания цен на энергоносители или изменения в законодательстве, на работу микросети.

Основные компоненты микросетей

1. Генерация: Микросети могут включать различные источники энергии. Возобновляемые источники, такие как солнечные панели и ветровые турбины, играют важную роль в снижении углеродного следа.

2. Хранение энергии: Накопители энергии (например, аккумуляторы) позволяют сглаживать колебания в потреблении и генерации, обеспечивая стабильность системы.

3. Потребление: Потребители могут варьироваться от жилых зданий до промышленных предприятий. Их поведение и потребности в энергии должны быть учтены при моделировании.

4. Управление: Системы управления обеспечивают мониторинг и управление всеми компонентами микросети для достижения оптимальной работы.

Применение математического моделирования

Математическое моделирование микросетей находит применение в различных областях:

– Проектирование новых систем: помогает инженерам разрабатывать эффективные и устойчивые микросети.

– Оценка существующих систем: позволяет анализировать производительность действующих микросетей и выявлять возможности для улучшения.

– Разработка стратегий управления: Модели помогают создавать алгоритмы для автоматического регулирования работы микросети в зависимости от текущих условий.

– Исследование воздействия на окружающую среду: Моделирование позволяет оценить экологические последствия различных сценариев работы микросети.

Математическое моделирование микросетей (microgrid) — это процесс создания математических представлений и алгоритмов для анализа, проектирования и оптимизации работы распределенных энергетических систем. Микросети представляют собой небольшие локальные энергетические системы, которые могут работать как автономно, так и в связке с основной сетью.

Основные аспекты математического моделирования микросетей:

1. Модели генерации:

– Модели генерации могут включать стохастические модели для учета переменной природы возобновляемых источников энергии (например, солнечная радиация, скорость ветра).

– Модели могут быть основаны на исторических данных или использовать прогнозы.

2. Модели потребления:

– Потребление энергии может быть смоделировано с использованием временных рядов или моделей, учитывающих поведение пользователей.

– Важно учитывать пиковые нагрузки и сезонные колебания.

3. Оптимизация:

– Оптимизационные задачи могут включать минимизацию затрат на энергию, максимизацию использования возобновляемых источников, оптимизацию размеров накопителей и генераторов.

– Методы оптимизации могут включать линейное программирование, нелинейное программирование, генетические алгоритмы и другие.

4. Управление и контроль:

– Модели управления могут включать стратегии для обеспечения надежности и устойчивости системы, такие как управление спросом и распределение нагрузки.

– Важно разрабатывать алгоритмы, которые будут реагировать на изменения в потреблении и генерации в реальном времени.

5. Симуляция:

– Моделирование динамики работы микросети может быть выполнено с помощью симуляционных инструментов (например, MATLAB/Simulink, HOMER, PSS/E).

– Симуляции позволяют оценить производительность системы при различных сценариях работы.

6. Экономические аспекты: модели должны учитывать экономические факторы, такие как стоимость установки оборудования, эксплуатационные расходы и потенциальные доходы от продажи избыточной энергии.

Применение математического моделирования:

• Проектирование новых микросетей.

• Оценка эффективности существующих систем.

• Разработка стратегий управления для повышения надежности и устойчивости.

• Анализ воздействия на окружающую среду.

Заключение.

Математическое моделирование микросетей — это многогранный процесс, который требует междисциплинарного подхода, включая области электротехники, экономики, экологии и информационных технологий. Это позволяет создавать эффективные и устойчивые энергетические системы, способные адаптироваться к изменяющимся условиям и требованиям.

Источники

1. Богучарсков В.А., Воркунов О.В. Концепция Smart Grid как решение текущих проблем отечественной электроэнергетики // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 108-110.

2. Автоматизация и информатика. Тенденции развития современной науки: Материалы научной конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета. Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2018. 164 с.

3. Полунатурное моделирование активно-адаптивной электрической сети / А. Б. Петроченков, Т. Франк, А. В. Ромодин, А. В. Кычкин // Электротехника. 2013. № 11. С. 60-63.

4. Бычков, И. В. Мультиагентная система моделирования взаимодействия микросетей / И. В. Бычков, А. Г. Феоктистов, М. А. Чекан // XIV Всероссийское совещание по проблемам управления: сборник научных трудов. Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2024. С. 2715-2719.

5. Методы интеллектуального управления распределенными энергоресурсами на базе цифровой платформы / П. В. Илюшин, С. П. Ковалев, А. Л. Куликов [и др.] // Библиотечка электротехника. 2021. № 8(272). С. 1-116.

6. Никоноров Д.П., Зарипова Р.С. Визуализация и компьютерное моделирование энергетических систем // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т.2. С. 584-587

УДК 004.023

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА ДЛЯ РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ

Баранов Дмитрий Алексеевич
ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, Россия
oblivvion333@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается модификация алгоритма имитации отжига для решения многокритериальной транспортной задачи. Особенностью данной задачи является то, что в процессе решения необходимо находить баланс между неограниченным количеством критериев, находящихся в разных числовых диапазонах, имеющих переменную размерность и различные цели: минимизация или максимизация. Входные данных включают численность итераций, матрицы смежности критериев, их цели, начальную температуру, конечную температуру, коэффициент охлаждения и метод мутации (обновления решения).

Помимо этого, была решена проблема балансировки критериев: промежуточные результаты вычислений по каждому из критериев было решено нормализовать, а нормализованные значения суммировать, получая в результате так называемое межкритериальное средневзвешенное значение, которое, в конечном итоге, сводит поставленную задачу к максимизации. Эффективность предложенного алгоритма оценивается на тестовых наборах данных, представляющих фрагменты реальных маршрутов размерностью от 10 до 20 точек. Результаты экспериментов демонстрируют, что модифицированный метод имеет крайне высокую скорость вычисления, благодаря чему можно достичь базовой сходимости за кратчайший промежуток времени.

Полученные результаты могут быть полезны для решения широкого круга многокритериальных оптимизационных задач, в том числе в логистике, транспорте и планировании.

Ключевые слова: имитация отжига, многокритериальная оптимизация, эвристики, эволюционные методы

MODIFICATION OF THE SIMULATED ANNEALING ALGORITHM FOR SOLVING A MULTI-CRITERIA TRANSPORT OPTIMIZATION PROBLEM

Baranov Dmitriy Alexeyevich
VSTU, Voronezh, Russia
oblivvion333@gmail.com

Abstract. This paper discusses a modification of the simulated annealing algorithm for solving the multi-criteria transportation problem. A key feature of this problem is the need to balance

an unlimited number of criteria, which exist in different numerical ranges, have variable dimensionality, and pursue different objectives: minimization or maximization. The input data include the number of iterations, adjacency matrices of the criteria, their objectives, initial temperature, final temperature, cooling rate, and the mutation (solution update) method.

Additionally, the issue of balancing the criteria was addressed: intermediate computational results for each criterion were normalized, and the normalized values were summed to obtain a so-called inter-criterion weighted average value. Ultimately, this approach transforms the problem into a maximization task. The efficiency of the proposed algorithm is evaluated using test datasets representing fragments of real routes with sizes ranging from 10 to 20 points. Experimental results demonstrate that the modified method exhibits extremely high computational speed, allowing for basic convergence in the shortest possible time.

The obtained results may be useful for solving a wide range of multi-criteria optimization problems, including those in logistics, transportation, and planning.

Keywords: simulated annealing, multi-criteria optimization, heuristics, evolutionary methods.

Пусть имеется множество точек $V = \{1,2, \dots, n\}$, где n – размерность задачи. Для каждого критерия $m = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}$ имеется квадратная матрица размерностью $n \times n$: $C^{(m)} = \left[c_{ij}^{(m)}\right]$, где $c_{ij}^{(m)}$ – значение критерия m между точками i и j при $i \in V, j \in V$. Для каждого критерия m существует цель g_m, где $g_m = min$ или $g_m = max$.

Решением задачи является множество x представляющее последовательность посещаемых точек t по их порядковым номерам $x = (t_1, t_2, \dots, t_n)$. У каждого критерия m существует функция проверки приспособленности решения x в соответствии с формулой (1).

$$f^{(m)}(x) = \sum_{i=1}^{n} c_{t_i t_{i+1}}^{(m)}, \text{где } t \in x;\ t_{n+1} = t_1 \tag{1}$$

Для проведения нормализации следует иметь и актуализировать минимальное и максимальное значения среди всех получаемых в процессе работы решений. Нормализация приспособленности для решения по критерию приводится согласно формуле (2).

$$f_{\text{норм}}^{(m)}(x) = \begin{cases} \dfrac{f^{(m)}(x) - f^{(m)}min}{f^{(m)}max - f^{(m)}min}, \text{если } g_m = max \\ \dfrac{f^{(m)}max - f^{(m)}(x)}{f^{(m)}max - f^{(m)}min}, \text{если } g_m = min \end{cases} \tag{2}$$

Межкритериальное средневзвешенное (далее МСВ) вычисляется согласно формуле (3). Наиболее приспособленным является $x^* = \max_x \omega(x)$

$$\omega(x) = \sum_{i=1}^{k} f_{\text{норм}}^{m_i}(x) \tag{3}$$

Для модифицированного метода имитации отжига [1, 2] (далее – ИО), в первую очередь, были определены методы поиска решений. В данном работе будет описано два: «Смена индексов» и «Реверс подмножества». Их описание дано в источнике [3].

Для принятия решения о переходе от текущего решения к новому, вычисляется изменение агрегированной стоимости в соответствии с формулой (4).

$$\Delta = \omega(x`) - \omega(x) \tag{4}$$

Соответственно, выбор следующего решения как основного проводится по формуле (5).

$$x = \begin{cases} x`, & \text{если } \Delta > 0 \\ x`, & \text{если } \Delta \leq 0 \text{ и } i \leq P \\ x, & \text{если } \Delta \leq 0 \text{ и } i < P \end{cases} \tag{5}$$

Описание параметризации ИО приведено на таблице 1.

Таблица 1. Описание параметризации ИО

	Краткое описание	Примеры значений	Влияние на работу ИО
T_0	Начальная температура	100; 500; 1000	Высокое значение допускает большее число случайных переходов, что замедляет сходимость, но помогает избежать локальных оптимумов
T_1	Конечная температура	0,1; 0,001; 0,0001	Наиболее интенсивное исследование пространства решений, но увеличение вычислительной сложности
η	Коэффициент охлаждения	0,95; 0,99; 0,8	Приближение значения к 1 замедляет время работы и делает поиск более интенсивным; уменьшение значение может привести к ускорению работы, но застреванию в локальных оптимумах

На основе постановок, предоставляемых источником [4], был проведен анализ эволюционных алгоритмов. Результат сравнения по МСВ – на рисунке 1. Другие результате приведены в источниках [3, 5].

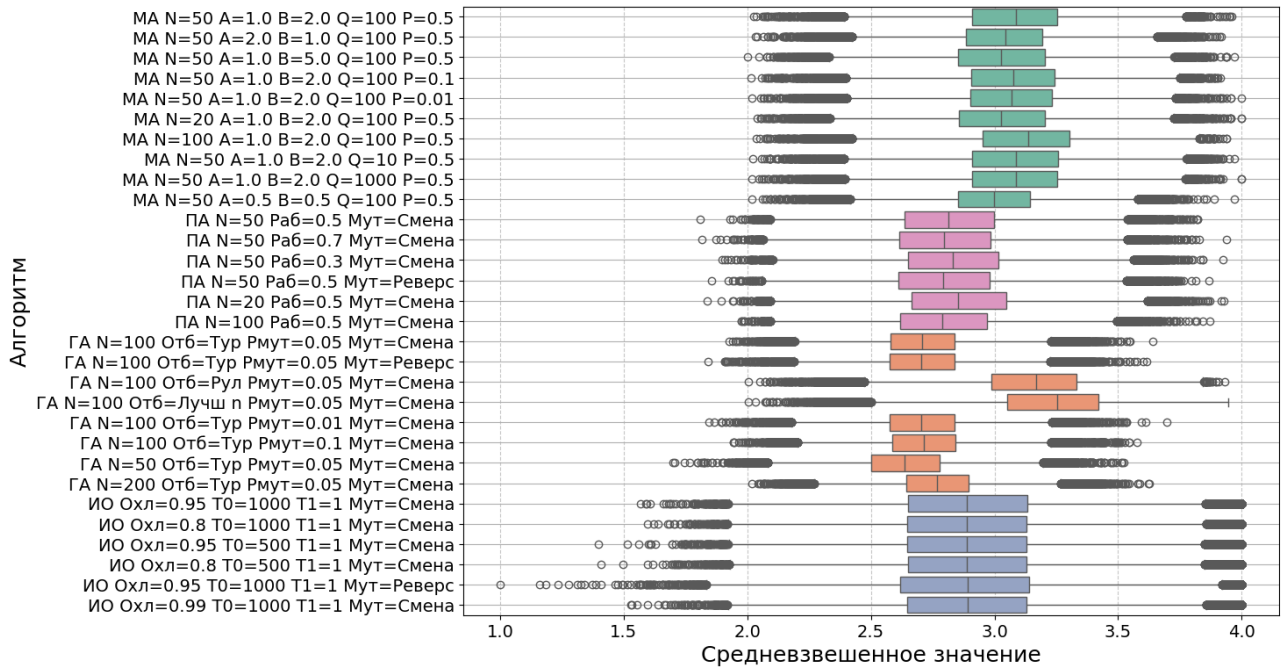


Рис. 1. Сравнение эволюционных алгоритмов по средневзвешенному значению

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Различные конфигурации ИО демонстрируют относительно узкий интервал разброса результатов по сравнению с другими алгоритмами, что указывает на стабильность алгоритма. Наиболее устойчивые результаты наблюдаются при параметрах $\eta = 0.95, T_0 = 1000, T_1 = 1$, где значения сосредоточена в пределах близких к медианным. При $\eta = 0.99, T_0 = 1000, T_1 = 1$, разброс становится чуть шире, но медианное значение остается стабильным. Усиленное охлаждение ($\eta = 0.8$) при меньших T_0 и T_1 приводит к увеличению вариативности, что может свидетельствовать о менее надежной сходимости.

Разница между стратегиями поиска для ИО проявляется в небольших изменениях распределения, но общая стабильность остается высокой. Вариант с поиском «Сменой индексов» показывает незначительно большие медианные значения.

В сравнении с другими алгоритмами, ИО демонстрирует сбалансированные результаты с меньшим разбросом и высокой надежностью. В целом, результаты подтверждают, что имитация отжига является надежным методом для многокритериальной оптимизации, особенно при грамотной настройке параметров.

Источники

1. Савин А. Н. Применение алгоритма оптимизации методом имитации отжига на системах параллельных и распределённых вычислений / А. Н. Савин, Н. Е. Тимофеева // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2012. – Т. 12, № 1. – с. 110-116

2. Лопатин, А. С. Метод отжига / А. С. Лопатин // Стохастическая оптимизация в информатике. – 2005. – Т. 1. – С. 133-149

3. Белых, М. А. Сравнительный анализ работы эволюционных алгоритмов при решении многокритериальной транспортной задачи без ограничений / М. А. Белых, Д. А. Баранов, В. Ф. Барабанов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2024. – Т. 20, № 4. – С. 43-48. – DOI 10.36622/1729-6501.2024.20.4.006.

4. TSPLIB // GitHub [Электронный ресурс]. URL: https://github.com/ryanjoneil/tsplib (дата обращения: 15.03.2025).

5. Белых, М. А. Сравнительный анализ эволюционных алгоритмов при решении многокритериальной транспортной задачи с временными ограничениями / М. А. Белых, Д. А. Баранов, В. Ф. Барабанов // Системы управления и информационные технологии. – 2024. – № 4(98). – С. 61-66.

УДК 517

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНЫХ КОНФЛИКТОВ

Беседина Светлана Владимировна,
ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж, Россия
besedina_sv@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются особенности понятия конфликта и социального конфликта, факторы, влияющие на изучение социального конфликта с точки зрения математического объекта. Проводится анализ факторов, которые необходимо учитывать при построении математической модели. Рассматриваются особенности построения математической модели социального конфликта методами теории игр.

Ключевые слова: теория игр, социальные конфликты, математическое моделирование.

FEATURES OF CONSTRUCTING MATHEMATICAL MODELS OF SOCIAL CONFLICTS

Besedina Svetlana Vladimirovna
MERC AF «AFA», Russia, Voronezh
besedina_sv@mail.ru

Abstract. The article examines the features of the concept of conflict and social conflict, factors influencing the study of social conflict from the point of view of a mathematical object. An analysis of factors that must be taken into account when constructing a mathematical model is carried out. The article examines the features of constructing a mathematical model of social conflict using game theory methods.

Keywords: game theory, social conflicts, mathematical modeling.

Для решения задач связанных с исследованием социальных конфликтов, построением соответствующих математических моделей для решения различных задач, анализом проблем, возникающих при составлении данных моделей необходимо понимать сущность этого понятия, а так же знать факторы, которые влияют на изучаемый процесс. Понятие конфликта и социального конфликта изучается в рамках различных дисциплин: конфликтология, психология, философия, социология и др. При описании социальных явлений и создания соответствующих математических моделей необходимо принимать во

внимание множество аспектов их эволюции и взаимодействия. Для этого можно применять системный подход, алгебраический подход, логические методы и теорию нечетких множеств, методы теории вероятностей и статистики, методы теории управления, методы динамических систем, методы теории игр.

В простейшем случае мы можем считать, что модель описывается двумя параметрами: Z– цель одной из сторон конфликта, X – текущее состояние объекта. Тогда функцию конфликта можно описать следующим образом:

$$K(X,Y)=\begin{cases}|Z-X|, Z\neq X\\ 0, Z=X\end{cases},$$

то есть при нулевом значении функции конфликт отсутствует.

Описанная выше модель является крайне упрощенной, и рассматриваемые параметры Z и X являются некоторыми объектами n-мерного пространства $Z=\{z_i\}_{i=1}^{n}$, $X=\{x_i\}_{i=1}^{m}$. Параметры системы могут быть как количественными, так и качественными.

Первая задача, которая стоит перед нами, как исследователями, выявить набор факторов, на основании которых будет строиться математическая модель. Эти факторы зависят от решаемой задачи. В соответствии с теорией Р. Дарендорфа, социальный конфликт – это «любое отношение между элементами, которое можно охарактеризовать через объективные или субъективные противоположности» [1]. Из этого следует, что отношения характеризуются как конфликтные даже при отсутствии явно выраженных противоречий, то есть процесс протекает в латентной форме. Соответственно, при построении математической модели необходимо учитывать факторы, которые влияют на протекание процесса конфликта уже на этом этапе. Так же необходимо учитывать возможное отсутствие явно выраженной открытой борьбы, а так же наличие более чем двух участников конфликта, причем не всегда явно выраженных. В соответствии с теорией Р. Дарендорфа любой социальный конфликт в итоге придет к биполярности конфликта и по структуре ролей участники будут разделены на правящих и управляемых [2]. В связи с этим рассмотрим игровой подход, как один из методов системного анализа, для построения математической модели социального конфликта.

Теория игр занимается исследованием взаимоотношений двух сторон, взаимодействие которых можно рассматривать как некоторый конфликт. В теории конфликтологии изучению теории игр посвящены работы Р. Аумана, Т Шеллинга, А.В. Алейникова, К. Бинмора и др. Опираясь на их исследования В.В. Нагайцев отмечает, что «теория игр является, пожалуй, самым эффективным

инструментом, который может помочь найти оптимальные способы сотрудничества при разрешении конфликтов…» [3].

Для удобства описания модели процесс взаимодействия двух сторон можно представить в виде графа. Например, социальный конфликт с непрерывным рассогласованием может быть представлен в виде графа, как на рисунке 1.

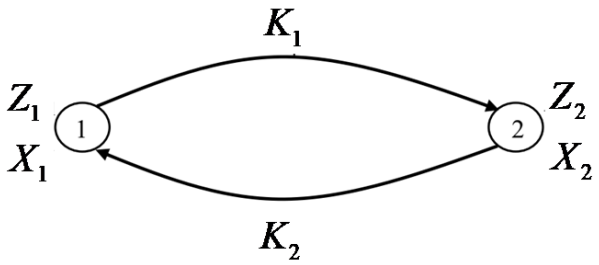


Рис. 1. Граф конфликтной ситуации двух сторон

Рассмотрим некоторые особенности построения последующей математической модели, а так же проблемы, которые могут возникнуть при ее построении и способы их решения.

Во первых, необходимо учитывать принцип всеобщей связи, при котором кроме максимального выявления всех элементов и связей, образующих конфликт, необходимо раскрыть максимальное количество связей конфликта с другими явлениями и структурами.

Так же необходимо помнить о принципе междисциплинарных связей, так как адекватная модель должна учитывать различные факторы. Как уже отмечалось выше, самым общим является системный подход и именно это принцип позволяет рассматривать конфликт во всей его целостности, включая внутренние и внешние факторы. Это позволяет рассмотреть конфликт во всей его многогранности, с учетом различных противоречий, с учетом развития и трансформации его во времени, как систему других конфликтов, и контексте сложных взаимосвязей с другими сложными системами.

Важно соблюдать принцип объективности. В процессе создания модели необходимо, с одной стороны, максимально исключить влияние факторов, которые могут исказить её точность. С другой стороны, модель должна быть адекватна реальным объектам. Кроме того, модель должна быть свободна от личных предпочтений и предубеждений разработчика.

В социальных конфликтах необходимо учитывать принцип историчности, то есть необходимо учитывать условия социальной среды, в которой функционирует построенная модель.

При построении математической модели методами теории игр под самой игрой подразумевается взаимодействие двух систем или объектов, при котором

на каждое действие одной стороны, вторая сторона отвечает некоторым ответным действием. Взаимодействующие системы, или объекты, принято называть игроками. В результате взаимодействия объектов формируется «игра» – поведение системы и её подсистем. Процесс принятия решения заключается в выборе оптимальной стратегии поведения, исходя из данных, известных об игроках. Для этого вводится целевая функция, которая может быть выражена через потери или выигрыш, и для которой необходимо найти оптимальное значение с точки зрения одного из игроков. При этом учитываются заданные ограничения системы.

Наряду с матричными играми для моделирования социальных конфликтов широко используют дифференциальные игры. В этом случае наиболее известной является математическая модель, описываемая уравнениями Осипова-Ланчестера, модификации которых описывают самые разнообразные задачи.

Игровые стратегии имеют широкое применение в самых разнообразных отраслях, но следует отметить, что при проведении анализа социальных объектов имеется гораздо больше неопределнностй, чем в точных науках. Именно поэтому наряду с базовыми параметрами необходимо учитывать и некоторые параметры, которые делают объект более реалистичным и влияет на более реалистичный результат.

Источники

1. Тишкевич Э.В. Социальный конфликт в контексте научного анализа // KANT. 2020. №3(36). С. 185–196.

2. Степанкова В.М. Понятие социального конфликта в теории Р. Дарендорфа // Социологические исследования. –1994. – 387 с.

3. Нагайцев В.В. Методология анализа социальных конфликтов в контексте современной теории игр // Известия Алтайского государственного университета, 2006. № 2, 2006. С. 71 – 73.

3. Бойко А. А. Способ аналитического моделирования боевых действий // Системы управления, связи и безопасности. 2019. № 2. С. 1-27.

УДК 621-313.3

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕНОВОЙ ДИНАМИКИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ВТОРИЧНОМ РОССИЙСКОМ АВТОРЫНКЕ С ПОМОЩЬЮ ARIMA МОДЕЛЕЙ

Бояринцева Дарья Владимировна, Царькова Наталья Ивановна
ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Москва, Россия
cova102@rambler.ru

Аннотация. В статье исследуется ценовая динамика легковых автомобилей на вторичном российском рынке при помощи методов анализа временных рядов. Статья посвящена детальному изучению временного ряда цен, полученных в промежуток времени с января 2020 года по декабрь 2023. Данные охватывают период экономических санкций. На основании проведенного исследования для дальнейшего прогнозирования цен производится построение и оценка SARIMA модели в программной среде Python, выявление сезонных колебаний и тенденции рынка к росту.

Ключевые слова: Прогнозирование, временные ряды, SARIMA, ARIMA, вторичный рынок, авторынок России, легковые автомобили.

ANALYSIS OF PRICE DYNAMICS FOR PASSENGER CARS IN THE RUSSIAN SECONDARY CAR MARKET USING ARIMA MODELS

Boyarintseva Darya Vladimirovna, Tsarkova Natalya Ivanovna
Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia
cova102@rambler.ru

Abstract. The article examines the price dynamics of passenger cars in the secondary Russian market using time series analysis methods. The article is devoted to a detailed study of the time series of prices received in the time period from January 2020 to December 2023. The data covers the period of economic sanctions. Based on the conducted research, for further price forecasting, the SARIMA model is built and evaluated in the Python software environment, seasonal fluctuations and market growth trends are identified.

Keywords: Prediction, time series, SARIMA, ARIMA, secondary market, Russian car market, passenger car.

За последние годы российский рынок легковых автомобилей существенно изменился. Совокупность таких факторов, как внешнее политическое воздействие, появление новых производителей, изменение поставок повлияло на

изменение инфраструктуры не только первичного, но и вторичного рынка. Вторичный рынок является менее волатильным в динамике цен, однако он полностью отражает изменения, происходящие на рынке новых автомобилей. Кроме того, рынок подержанных автомобилей является более конкурентноспособным и точнее выражает реальный спрос потребителя, так как предлагает более широкий ассортимент моделей и брендов.

Целью данной статьи является анализ динамики цен на вторичном рынке на примере отечественной марки Lada Priora, а также построении модели прогнозирования SARIMA для выявления структуры временного ряда и ключевых закономерностей.

В результате данного анализа будут выявлены основные закономерности временного ряда, что позволит в дальнейшем при использовании построенной модели создавать прогнозы цен и лучше понимать динамику рынка.

Идентификация модели. SARIMA – расширение ARIMA-модели авторегрессии скользящего среднего для построения краткосрочных прогнозов величины на основании предыдущих значений и моделирования интегрированных или разностно-стационарных временных рядов, содержащих сезонность. Методология ARIMA заключается в том, что оценивается стационарность ряда, выявляется наличие единичных корней и порядок интегрирования для приведения нестационарного процесса к стационарному [1]. Если сезонность является сильной стороной ряда, то наилучший прогноз можно получить используя модель с сезонной корректировкой - SARIMA.

Входными данными для модели являются ежедневные значения цен на автомобиль Lada Priora с пробегом в период с января 2020 по декабрь 2023 года.

Для лучшего понимания структуры временного ряда с помощью метода seasonal_decompose библиотеки statsmodels Python был получен график распределения цен, разложение ряда на сезонную, трендовую и непериодическую составляющие, приведенные на рисунке 1.

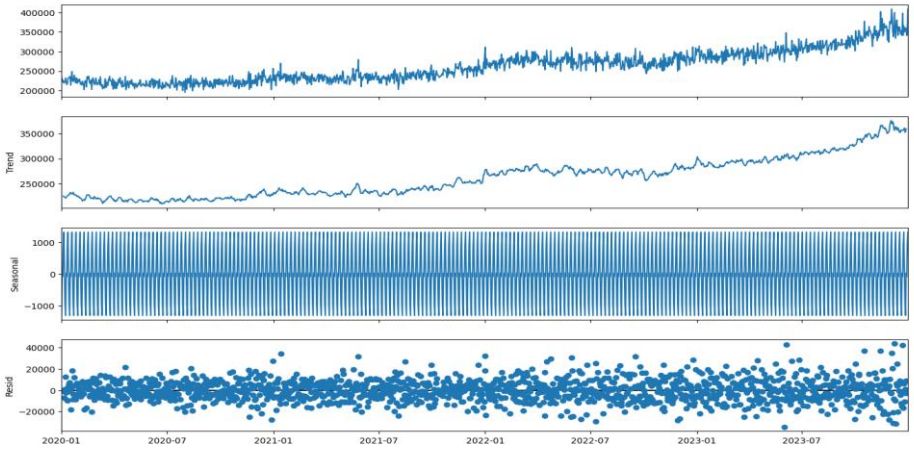


Рис.1. Разложение графика цен на сезонную трендовую и случайную составляющие

При построении графика модели использовалась аддитивная модель, так как она лучше всего отражает зависимости в ряду. По полученным данным можно сделать предположение о том, что во временном ряду присутствует сезонная и трендовая компонента.

Исследование стационарности временного ряда. Для проверки ряда на стационарность используется тест Дики-Фуллера (ADF) при заданном критическом значении альфа = 0.05. Для данного временного ряда значение p = 0.99, а значит нет оснований для отклонении H_0 гипотезы, о том, что временной ряд не стационарен. Еще одним тестом для проверки на стационарность является тест Квятковского-Филлипса-Шмидта-Шина (KPSS). Данный тест также подтверждает не стационарность ряда при критическом значении альфа = 0.05 и значении p = 0.01. Стационарность временного ряда была получена путем дифференцирования первого порядка, что позволило одновременно устранить из данных тренд. Таким образом данная модель имеет компоненту q=1.

Определение порядка авторегрессии. Для определения порядка p может использоваться функция ACF (Автокорреляционная функция) или PACF (Частичная автокорреляционная функция) (рис. 2). Данные функции позволяют выявлять тенденции и влияние предыдущих значений на текущее наблюдение.

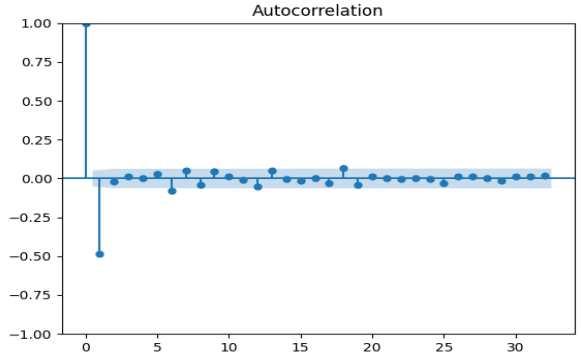


Рис. 2. График автокорреляционной функции

Построенный график автокорреляционной функции дает возможность определить лаг, после которого влияние предыдущих значений, расположенных в доверительном интервале на текущее наблюдение оказывается не существенным. На данном графике запаздывание для лага 1 достаточно велико, что подтверждает стационарность ряда. Таким образом на основании произведенных наблюдений наиболее подходящее значения для p=1.

Исследование тренда. Использование скользящего среднего позволяет избежать случайных колебаний во временном ряду и выявить основные долгосрочные тенденции. Сглаживание на последних 7 значениях – основной подход для построения скользящего среднего на основании ежедневных наблюдений. В данном графике на рисунке 3 отражены ежемесячные, ежедневные изменения цены, а также значения полученной скользящей средней.

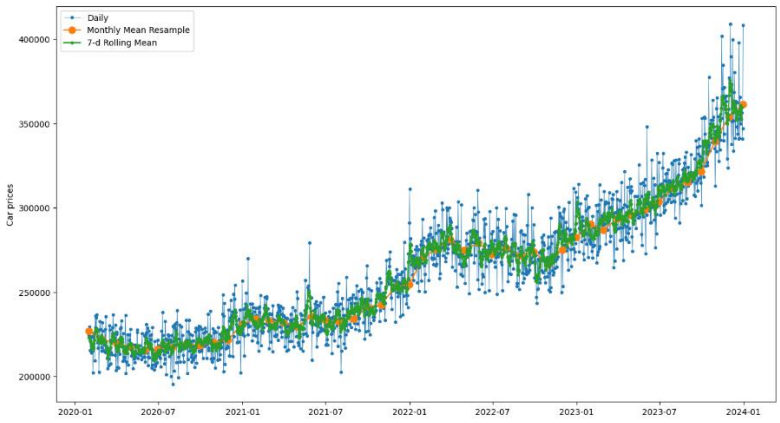


Рис. 3. График скользящей средней

В данных наблюдается явная тенденция цен росту, что позволяет сделать вывод о том, что общий подъем уровня стоимости в равной степени отражается и на отечественных марках уже снятых с производства.

Исследование сезонности. Исследование сезонности во временном ряду проводится путем построения диаграммы размаха (boxplot) (рисунок 4), которая предназначена для выявления основных характеристик распределения данных, оценки среднего значения, выбросов и разброса имеющихся наблюдений. По имеющимся данным значения цен были сгруппированы по месяцам для выявления месячной сезонности.

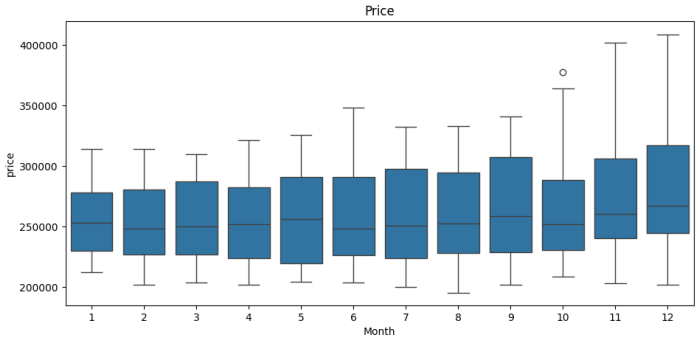


Рис.4. Диаграммы размаха для каждого месяца наблюдений

Наибольшие медианные продажи наблюдаются в ноябре и декабре, так как в это время покупательский спрос находится на высоком уровне. Сильный разброс цен на автомобиль с пробегом приходится на предновогодние месяцы, что говорит о наибольшей волатильности цен в указанный период. Низкие медианные продажи приходятся на летние месяцы, а также на февраль и октябрь. Таким образом можно сказать, что в данных присутствует сезонная вариация и прогнозирование следует выполнять с использованием модели SARIMA.

Построение модели SARIMA. Для подбора параметров модели был произведен перебор значений и обучение модели при помощи библиотек Python sklearn и statsmodels. Оценка лучшей модели производилась на основании MSE. Таким образом лучшая модель была определена следующими параметрами – SARIMA (1,1,2) (1,1,1,12), где (1,1,1,12) – параметры сезонной части модели. Размерность сезонности принята равной годовому периоду, так как данные были собраны на основании ежемесячных значений.

Построенная модель SARIMA была применена для получения прогноза на уже известные данные и оценки точности прогнозов, а также общей работоспособности модели. Прогнозы были сопоставлены с фактическими значениями временного ряда (рисунок 5), чтобы определить, насколько точно модель воспроизводит реальные данные.

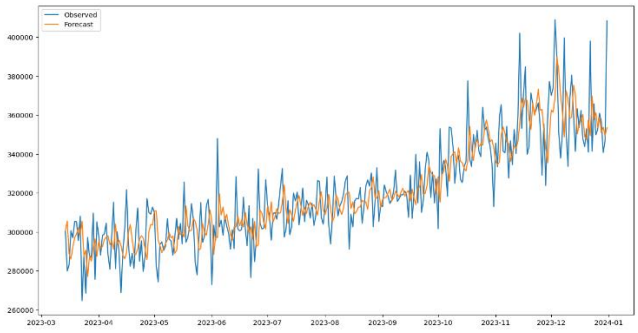


Рис.5. График фактических и прогнозных значений

Для оценки модели был получена MAPE и более точная - WAPE для учета ошибки прогноза каждого месяца относительного общего уровня цен. Значения MAPE = 0.097% и WAPE = 0.095% свидетельствуют о хорошей точности модели и правильно подобранных параметрах.

В результате анализа во временном ряду была выявлена сезонность и наличие тренда, что позволило на основании имеющихся данных построить SARIMA-модель и оценить качество построенных прогнозов. По спрогнозированным значениям рассчитаны стандартные метрики качества прогноза, такие как среднеквадратическая ошибка (MSE), средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) и другие, отражающие точность модели.

Проведенный анализ и построенная модель позволят в дальнейшем получить качественные прогнозы будущих значений с учетом выявленных зависимостей.

Источники

1. ARIMA // Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ARIMA (дата обращения: 28.02.2025).

УДК 004.9

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ IT-КОМАНД НА ОСНОВЕ ЗВЕЗДНОЙ КАРТЫ СПЕЦИАЛИСТА

Вайнилович Юлия Викторовна. Сугак Станслав Николаевич
МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь
ylia.v@tut.by

Аннотация. В статье рассматривается проблема формирования эффективной команды разработчиков IT-проекта как один из ключевых факторов успеха его реализации. Представлен комплексный подход к решению данной задачи с использованием звездной карты специалиста и bus-фактора в качестве критерия оптимизации. Предложена математическая модель формирования команды. Описаны преимущества предложенного подхода.

Ключевые слова: команда разработчиков, IT-проект, звездная карта специалиста, bus-фактор, математическая модель, оптимизация команды, компетенции, наставничество, устойчивость команды.

A MATHEMATICAL MODEL FOR FORMING IT TEAMS BASED ON A SPECIALIST'S STAR CHART

Vainilovich Yulia Viktorovna, Sugak Stanislav Nikolaevich
Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus
ylia.v@tut.by

Abstract. The article discusses the problem of forming an effective IT project development team as one of the key success factors in its implementation. A comprehensive approach to solving this problem using a specialist's star chart and bus factor as an optimization criterion is presented. A mathematical model of team formation is proposed. The advantages of the proposed approach are described.

Keywords: development team, IT project, specialist's star chart, bus factor, mathematical model, team optimization, competencies, mentoring, team sustainability.

Согласно исследованиям независимой международной консалтинговой фирмы Standish Group одним из ключевых факторов успеха реализации IT-проекта является команда разработчиков [1].

Поэтому процесс формирования команды разработчиков – важный этап, требующий внимания и стратегического подхода. Важно привлечь в команду специалистов, которые обладают необходимыми профессиональными навыками, способны эффективно взаимодействовать в команде, готовы к непрерывному

обучению, могут быстро адаптироваться к новым методологиям разработки программного обеспечения и инструментам [2].

Ответственность за формирование команды несет руководитель проекта. Он должен сформировать такую команду – ее состав и структуру – которая способна выдержать скорость выполнения проекта от начала и до его завершения [3, 4].

Для успешного выполнения этой задачи руководитель должен обеспечить:

– подбор такого состава команды, который способен закрыть все компетенции, необходимые для реализации проекта;

– учет неравномерности загрузки участников команды разработчиков в ходе реализации проекта;

– возможность оказания помощи в реализации задач проекта со стороны других участников команды исполнителей;

– взаимозаменяемость участников команды разработчиков в случае ухода специалиста из команды;

– организацию обучения специалистов новым методологиям и технологиям в случае необходимости.

Для комплексного решения перечисленных задач и обеспечения эффективного формирования команды разработчиков IT-проекта предлагается использовать звездную карту специалиста, и bus-фактор как показатель устойчивости и надежности сформированной команды.

Звездная карта специалиста представляет собой инструмент оценки профессиональных компетенций сотрудника, который отражает уровень владения различными технологиями, используемыми в проекте. Она включает в себя не только текущий уровень знаний и навыков по каждой технологии, но также готовность специалиста выступать в роли наставника и его стремление к освоению новых технологий.

Визуально звездная карта может быть представлена в виде многоугольника, где каждая вершина соответствует определенной технологии, а длина луча от центра до вершины отражает уровень компетенции специалиста в данной технологии. Такой подход позволяет наглядно представить сильные стороны специалиста и области для потенциального развития [5].

Bus-фактор – мера сосредоточения информации среди участников команды разработчиков. Bus-фактор показывает количество ключевых специалистов, после ухода которых оставшиеся участники команды не смогут продолжать выполнение проекта.

Выбор bus-фактора в качестве критерия оптимизации обусловлен следующими факторами:

– в современной IT-индустрии наблюдается высокая мобильность специалистов. Согласно исследованиям, средний срок работы разработчика в

одной компании составляет около двух лет. Это создает риски для непрерывности и качества разработки при уходе ключевых специалистов;

– высокая концентрация знаний у отдельных разработчиков создает узкие места в процессе разработки и может привести к существенным задержкам в реализации проекта при уходе данного специалиста из проекта;

– оптимизация по bus-фактору естественным образом стимулирует распространение знаний внутри команды и создает предпосылки для взаимозаменяемости специалистов [6].

Формализация постановки задачи формирования команды разработчиков IT-проектов на основе звездной карты специалиста имеет следующий вид.

IT-проект характеризуется перечнем технологий, используемым на проекте и количеством основных специалистов, требуемых по каждой технологии.

$$P = \{J, \{N_j\}\}$$

где J – множество технологий проекта, $N_j \in \{0, 1\} -$ необходимое количество специалистов по $j -$ ой технологии на проекте.

Каждый участник IT-команды характеризуется уровнем владения каждой технологией, используемой на проекте, готовностью быть наставником по определенной технологии, готовностью изучать какую-либо технологию, используемую на проекте.

$$TN = (\{ L_j\} , \{ M_j\}, \{S_j\}),$$

где $j \in J$ –технология, используемая на проекте, $L_j \in \{0, \dots ,5\}$ – уровень владения $j -$ ой технологией (0 – не владеет технологией, 1 – поверхностно знаком с технологией, не готов выполнять задачи самостоятельно, 2 – базовые знания технологии, не готов выполняться задачи самостоятельно, но может подменить в возникшей ситуации, 3 – уверенные знания технологии, может работать самостоятельно, 4 – большой опыт работы с технологией, готов выступать в роли наставника, 5 – эксперт в технологии, готов выступать в роли наставника), $M_j \in \{0, 1\} -$ готовность участника быть наставником по $j -$ ой технологии, $S_j \in \{0, 1\} -$ готовность участника изучать $j -$ ую технологию.

Количество специалистов, привлекаемых к участию в проекте, по каждой технологии должно быть строго равно требуемому значению.

$$\sum_{i \in I} X_{ij} = N_j, \forall j \in J,$$

где $i \in I$ – множество участников проекта, $X_{ij} \in \{0, 1\} -$ назначение $i -$ ого участника основным специалистом на $j -$ ю технологию.

Каждый участник команды может быть основным специалистом только по одной технологии

$$\sum_{i \in I}(\sum_{j \in J}^{j} X_{ij} = 1).$$

При этом участник команды может быть назначен основным специалистом в случае, если его уровень компетенции по данной технологии достаточно велик и позволяет самостоятельно решать задачи проекта

$$X_{ij} * \left(L_{ij} \geq 3\right) = X_{ij}, \forall i \in I, \forall j \in J.$$

Каждый участник команды может быть дополнительным специалистом по одной или нескольким технологиям, но невозможно одновременное назначение основным и дополнительным специалистом по одной и той же технологии

$$X_{ij} + Y_{ij} \leq 1, \forall i \in I, \forall j \in J$$

где $Y_{ij} \in \{0, 1\} -$ назначение $i -$ го участника в качестве дополнительного специалиста на $j -$ ю технологию.

Если в процессе реализации проекта предполагается обучение участника команды определенной технологии, то в команде обязательно должен присутствовать наставник по данной технологии [7]. Количество наставников может больше чем желающих осваивать технологию. Данное ограничение гарантирует, что один наставник приходится не более чем на одного обучающегося

$$\sum_{i \in I}^{i}(X_{ij} * M_{ij}) \geq \sum_{i \in I}^{i}(Y_{ij} * S_{ij}), \forall j \in J.$$

Целевая функция задачи формирования команды разработчиков IT-проект обеспечивает максимизацию минимального значения «bus-фактора» среди всех технологий проекта.

$$\min\left(\frac{\sum_{i \in I}\left(X_{ij} + Y_{ij}\right)}{N_j}\right) \rightarrow max, \forall j \in J$$

Преимущества предложенной модели заключаются в следующем:

– модель не ограничивает количество дополнительных технологий, что позволяет членам команды с большим количеством компетенций быть «на подхвате» в большем количестве направлений;

– нормализация целевой функции приводит значения к относительной шкале, что позволяет корректно сравнивать bus-фактор для технологий с разным требуемым количеством специалистов. Это позволяет более точно оценить отказоустойчивость команды;

– нормализированная целевая функция остается адекватной при изменении размера команды;

– способствует передаче знаний внутри команды [7].

Учитывая перечисленные преимущества, данная математическая модель может быть успешно применена для формирования IT-команд. Она способствует повышению эффективности работы команды, улучшению качества выполняемых проектов и увеличению общей производительности.

Источники

1. The CHAOS Manifesto. The Standish Group International, 2015. 13 p.

2. Вайнилович Ю.В. Повышение эффективности процессов управления IT-проектом как социально-экономической системой // Мягкие измерения и вычисления. 2020. Т. 33, № 8. С. 89-105.

3. Катаев А.В., Тычинский А.В. Формирование и оптимизация проектных команд: математические модели и алгоритмы // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2021. № 1(33). С. 57-60.

4. Новиков Д.А. Математические модели формирования и функционирования команд. Москва: ООО Издательская фирма "Физико-математическая литература", 2008. 184 с.

5. Agile в HR: как Звездная карта компетенций помогает развивать команды – [Электронный ресурс] https://onagile.ru/trends/talents/agile-for-hr-stars-map (Дата обращения 10.03.2025)

6. Коцюба И.Ю., Кузнецов П Е., Ларин М Е., Шиков А.Н. Модель группового программирования для обеспечения взаимозаменяемости сотрудников распределенных команд при реализации IT-проектов // Перспективы науки. 2021. № 7(142). С. 45-50.

7. Башаримова М.В. Вайнилович Ю.В. Индивидуализация обучения IT-специалистов в процессе реализации учебных IT-проектов // Экономика. Общество. Человек: материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. С. 18-22.

УДК 004.855.3

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В СРЕДЕ GPSS STUDIO

Ванюшев Александр Александрович, Бариев Камиль Рамилевич, Мокшин Владимир Васильевич
КНИТУ—КАИ, г. Казань, Россия;
alex_von1@mail.ru, weggo95@yandex.ru, vladimir.mokshin@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено практическое применение имитационного моделирования на примере транспортной системы. Представлена модель автобусного маршрута, разработанная в среде GPSS Studio с использованием пользовательских ТЭБов. Показана возможность замены зарубежного ПО на отечественные аналоги при решении задач транспортного планирования.

Ключевые слова: имитационное моделирование, GPSS Studio, транспортное планирование, автобусный маршрут, ТЭБ, моделирование дорожного движения, транспортная инфраструктура

SIMULATION MODELING OF A TRANSPORT PROCESS IN THE GPSS STUDIO ENVIRONMENT

Vanyushev Alexander Alexandrovich, Bariev Kamil Ramilyevich, Mokshin Vladimir Vasilievich
KNRTU— KAI, Kazan, Russia
alex_von1@mail.ru, weggo95@yandex.ru , vladimir.mokshin@mail.ru

Abstract. The article explores the practical use of simulation modeling in the context of a transportation system. A bus route model was developed using the GPSS Studio environment with custom library blocks (TEBs). The study demonstrates the potential of replacing foreign software with Russian analogs for effective transport planning.

Keywords. simulation modeling, GPSS Studio, transport planning, bus route, TEB, traffic simulation, transport infrastructure

Современное развитие информатики и компьютерных технологий открыло новые возможности для оптимизации реальных систем и бизнес-процессов. Одним из эффективных методов является имитационное моделирование, позволяющее исследовать поведение сложных систем без воздействия на реальные объекты. Часто проведение натурных экспериментов невозможно из-за высокой стоимости, рисков или технической недостижимости, что

оправдывает создание формальных моделей, где остаются только значимые элементы [1].

Среди средств моделирования выделяется GPSS Studio — усовершенствованная версия GPSSWorld, обеспечивающая полный цикл работы с моделью: от постановки задачи до анализа и выработки рекомендаций. При создании моделей, таких как «Маршрут автобуса», важно разрабатывать библиотеку типовых элементов (ТЭБов) — фрагментов кода на GPSS, многократно используемых для ускорения и упрощения моделирования.

Процесс создания пользовательских блоков в GPSS Studio включает: создание новой библиотеки в рамках проекта, написание кода ТЭБов, сохранение их для дальнейшего применения.

На рисунке 1 показан пример пользовательского блока «Остановка» с настраиваемыми параметрами — пример практического использования ТЭБа в транспортной модели.

Для использования собственных ТЭБов создаётся библиотека: в панели «Текущий проект» открывается раздел библиотек, создаётся новая с указанием имени и описания, например, «Маршрут». После этого библиотека доступна для работы.

Библиотека ТЭБов служит для хранения и использования типовых элементарных блоков. В библиотеке ТЭБ представляется как некоторый логически законченный элемент, который обладает интерфейсом (входами и выходами) и имеет модель на языке GPSS W. Каждый вход элемента представляет собой метку блока модели [2].

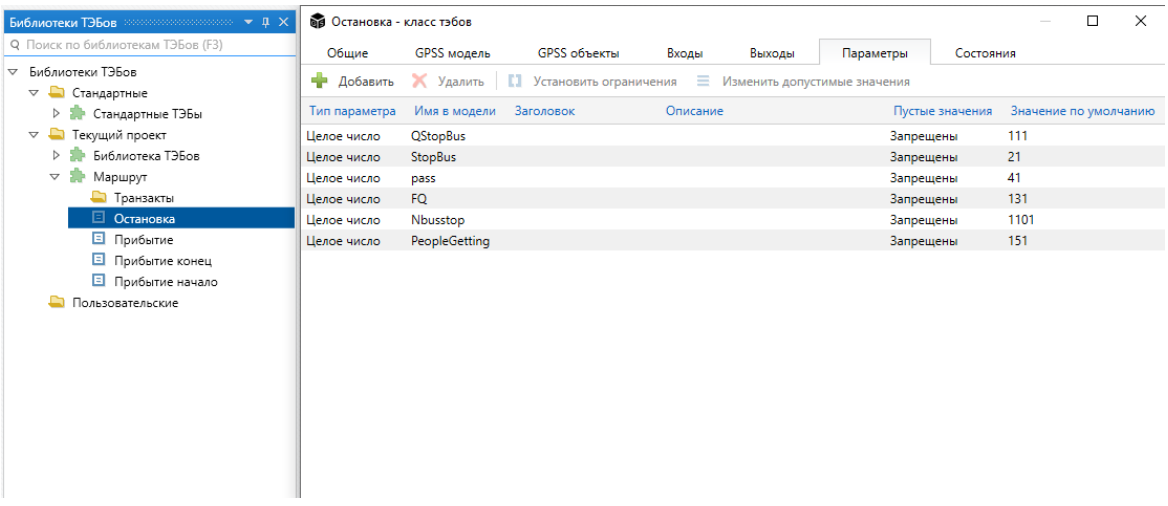


Рис. 1. ТЭБ «Остановка»

При создании библиотеки появляется окно для ввода её имени и описания. Создаём библиотеку «Маршрут», в которую добавим ТЭБы остановок и прибытия автобусов. После создания она появится в панели «Текущий проект», созданная библиотека показана на рис. 2.

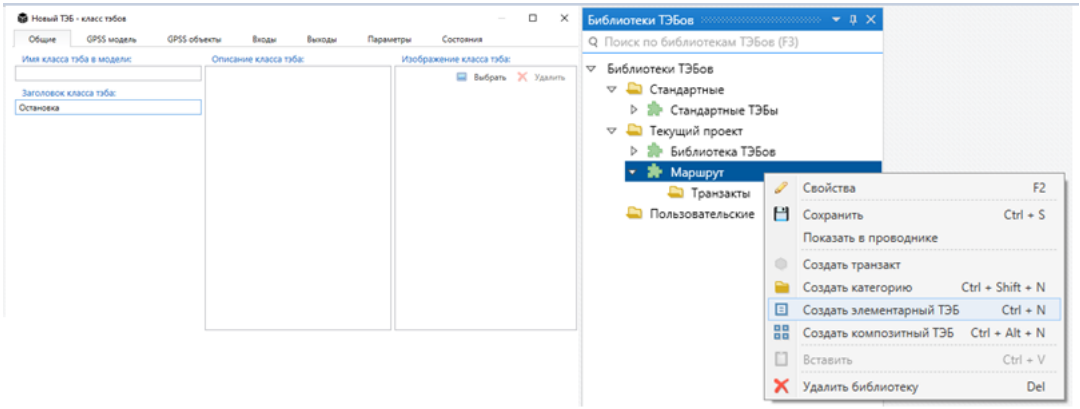


Рис. 2. Созданная библиотека

Открываем библиотеку и создаём первый элементарный ТЭБ «Остановка». Затем добавляем экземпляр ТЭБа на структурную схему и описываем его поведение на языке GPSS. Принцип работы: транзакты входят через вход «met», инициализируются параметры, с которыми работает ТЭБ. Важно: у всех ТЭБов одного типа (например, «Остановка») модель GPSS общая. При её изменении — обновятся все экземпляры. Отличия между остановками задаются через параметры, передаваемые в ТЭБ как именованные величины показаны на рис. 3.

Транзакты сначала попадают в блок met1, где формируется очередь. Если её длина больше 15 — фиксируется отказ, очередь очищается, отказ записывается в матрицу «otkazy». Если длина допустима, проверяется наличие автобуса. При ожидании свыше 9 минут без прибытия автобуса — снова фиксируется отказ. С прибытием автобуса транзакт идёт в блок «pasadka»: очередь освобождается, фиксируются её длина, время выхода и номер автобуса. Если автобус занят — транзакт переходит в «metKolOtkaz» и возвращается в met1. При наличии места — садится в автобус, информация вносится в матрицу. Аналогично обрабатываются все, кто сел во время остановки [3].

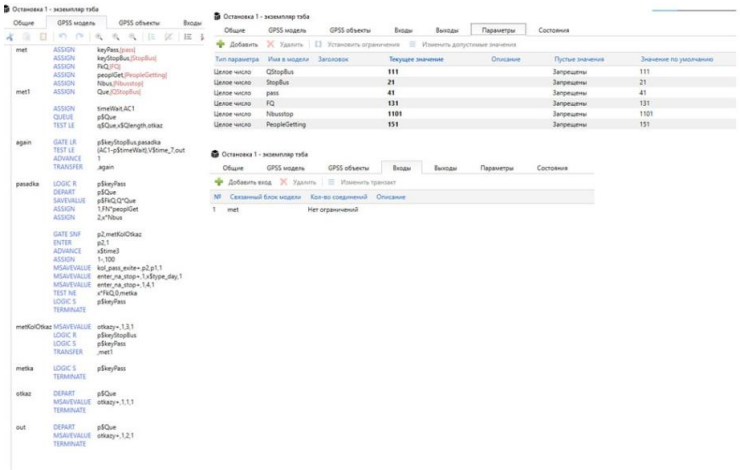


Рис. 3. Описание тэба Остановка 1

Имитационное моделирование используется на всех этапах проектирования транспорта — от ТЭО до ввода в эксплуатацию. Пример — модель загрузки трассы «Алексеевское — Альметьевск» в Татарстане [4].

С помощью системы PTV была создана сеть с участками дорог, развязками и направлениями, а также модель спроса. Учитывались интенсивность движения, поведение пользователей, выбор маршрутов, перспективы трафика до 2048 года и экономическая эффективность.

Для оценки корректности модели использовались натурные обследования, с последующим статистическим сопоставлением данных, расчёт средней абсолютной ошибки (CAE), определение коэффициента корреляции между моделируемыми и реальными значениями.

Реалистичность результатов модели оценивалась путем статистического сравнения наблюдаемых данных и расчетной нагрузки. Адекватность проверялась по ряду показателей, сопоставляющих расчетные значения модели с данными натурных обследований. Достоверность оценивалась по средней относительной ошибке и коэффициенту корреляции. Средняя абсолютная ошибка (CAE) вычислялась как среднее отклонение между наблюдаемыми и модельными значениями по формуле 1, где Z - наблюдаемое значение; U - значение, полученное из модели; N —-количество точек наблюдения.

$$\delta a = \frac{1}{N} \times \sum | Z_i - U_i | \quad (1)$$

Это позволяло убедиться в реалистичности модели и использовать её как основу для принятия инвестиционных и инфраструктурных решений. Были рассчитаны значения интенсивности движения для разных периодов времени. Прогноз показал уверенный рост потока показаны в табл 1.

Таблица 1. Результаты обучения сети на задаче XOR

Год	Физ. ед./сутки	Прив. ед./сутки
2024 (ввод)	12 058 – 12 806	21 349 – 22 455
2044 (перспектива)	16 510 – 18 167	31 745 – 36 253
2048 (счёт)	17 60 – 19 122	30 30 – 38 751

Прогнозируемые данные стали основой для оценки рентабельности проекта, сроков его окупаемости, загрузки конкретных участков, а также — необходимости расширения полос, оптимизации развязок и т. д. Имитационная модель позволила в наглядной форме показать распределение трафика по времени и участкам оценить эффективность использования инфраструктуры.

В рамках данной работы была построена имитационная модель автобусного маршрута с применением среды GPSS Studio. Особое внимание было уделено созданию пользовательской библиотеки ТЭБов, что позволило адаптировать модель под конкретные условия. Также была рассмотрена возможность использования отечественного программного обеспечения в качестве альтернативы зарубежным решениям для транспортного моделирования. Пример анализа дорожного трафика на участке «Алексеевское – Альметьевск» подтвердил эффективность имитационного моделирования при проектировании инфраструктуры.

Источники

1. Эльберг М. С., Цыганков Н. С. Имитационное моделирование : учеб. пособие. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. – 128 с. – ISBN 978-5-7638-3648-6. – Текст : электронный. – URL: https://example.com/elb-tsyg (дата обращения: 15.04.2024).

2. Якимов И. М., Кирпичников А. П., Мокшин В. В. Моделирование сложных систем в среде имитационного моделирования GPSS W с расширенным редактором // CyberLeninka. – Текст : электронный. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-slozhnyh-sistem-v-srede-imitatsionnogo-modelirovaniya-gpss-w-s-rasshirennym-redaktorom/viewer (дата обращения: 22.06.2024).

3. Руководство пользователя GPSSStudio. – ООО «Элина-компьютер». – Текст : электронный. – URL: https://example.com/gpss-studio (дата обращения: 10.05.2024).

4. Автомобильная дорога «Алексеевское – Альметьевск» в составе платной автомобильной дороги «Шали (М-7) – Бавлы (М-5)» в Республике Татарстан : проектная документация / АО «Автострада». – Казань, 10 марта 2022 г. – Текст : электронный. – Режим доступа ограничен (дата обращения: 22.06.2024).

УДК 004.942

РАЗРАБОТКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ВОКСЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Вдовина Виктория Александровна, Хамитова Динара Вилевна
КГЭУ, г. Казань, Россия
vik.ktor.ria@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема разработки вычислительных средств для эффективного геометрического моделирования сложных объектов. Предлагается подход, основанный на комбинации функционального и воксельного моделирования, позволяющий преодолеть ограничения традиционных методов. Разработаны алгоритмы и программные средства, полученные результаты могут быть использованы в различных областях, включая компьютерную графику, CAD/CAM-системы, медицинскую визуализацию и аддитивные технологии.

Ключевые слова. Геометрическое моделирование, сложные объекты, функциональное моделирование, воксельное моделирование, вычислительные средства, алгоритмы, компьютерная графика, CAD/CAM.

DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL TOOLS BASED ON VOXEL MODELING

Vdovina Viktoria Alexandrovna, Khamitova Dinara Vilevna
KSPEU, Kazan, Russia
vik.ktor.ria@mail.ru

Abstract: The article discusses the problem of developing computational tools for effective geometric modeling of complex objects. An approach based on a combination of functional and voxel modeling is proposed to overcome the limitations of traditional methods. Algorithms and software tools have been developed, the results obtained can be used in various fields, including computer graphics, CAD/CAM systems, medical imaging, and additive technologies.

Keywords: Geometric modeling, complex objects, functional modeling, voxel modeling, computing tools, algorithms, computer graphics, CAD/CAM.

Геометрическое моделирование является фундаментальной задачей во многих областях науки и техники. Современные приложения, такие как компьютерная графика, автоматизированное проектирование (CAD), автоматизированное производство (CAM), медицинская визуализация и аддитивные технологии, требуют точного и эффективного представления

сложных трехмерных объектов. Традиционные методы геометрического моделирования, такие как полигональные сетки и NURBS-поверхности, часто сталкиваются с трудностями при представлении объектов со сложной геометрией и топологией, таких как объекты со сложной внутренней структурой, множественными компонентами, пористой структурой или большим количеством мелких деталей.

Функциональное моделирование (FRep) представляет собой альтернативный подход к геометрическому моделированию, основанный на использовании функций для определения принадлежности точек пространства объекту. FRep позволяет компактно представлять сложные геометрические объекты и легко реализовывать операции над ними. Однако, FRep часто требует сложных вычислений для визуализации и анализа объектов.

Воксельное моделирование представляет собой дискретный подход, в котором объект представляется в виде набора кубических элементов – вокселей [0]. Воксельное представление (Рис.) позволяет легко выполнять операции над объектом и визуализировать его, но требует большого объема памяти для представления объектов с высокой детализацией.

Рис. Функционально-воксельное представление

Цель исследования – разработка вычислительных средств геометрического моделирования сложных геометрических объектов, сочетающих преимущества функционального и воксельного моделирования.

Методика проведения исследования:

В рамках исследования был разработан подход, основанный на комбинации функционального и воксельного моделирования [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Предложенный подход включает следующие этапы:

1. Функциональное описание объекта: Определение функциональной зависимости, описывающей принадлежность точек пространства объекту.

2. Вокселизация объекта: Дискретизация пространства и определение значения функции в каждом вокселе.

3. Регуляризация воксельной модели: Применение алгоритмов сглаживания и удаления шумов для улучшения качества воксельной модели.

4. Визуализация воксельной модели: Отображение воксельной модели с использованием алгоритмов рендеринга.

Для реализации предложенного подхода были разработаны алгоритмы и программные средства на языке C++. Были реализованы алгоритмы вокселизации, регуляризации и визуализации воксельных моделей. Для функционального описания объектов использовались различные типы функций, включая аналитические функции, операторы конструктивной сплошной геометрии (CSG) и функции расстояния [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Для оценки эффективности предложенного подхода были проведены эксперименты по моделированию различных сложных геометрических объектов, включая объекты со сложной внутренней структурой, пористые структуры и объекты, полученные в результате сканирования реальных объектов [0].

Результаты исследования и их обсуждение.

Результаты экспериментов показали, что предложенный подход позволяет эффективно моделировать сложные геометрические объекты. Комбинация функционального и воксельного моделирования позволяет преодолеть ограничения традиционных методов и представить объекты со сложной геометрией и топологией с высокой детализацией.

Разработанные алгоритмы и программные средства позволяют автоматически генерировать воксельные модели на основе функционального описания объекта [0]. Алгоритмы регуляризации позволяют улучшить качество воксельной модели и уменьшить количество шумов. Алгоритмы визуализации позволяют отображать воксельные модели с высокой скоростью и качеством.

Предложенный подход обладает рядом преимуществ:

- Возможность моделирования сложных объектов: Предложенный подход позволяет эффективно моделировать объекты со сложной геометрией и топологией, такие как объекты со сложной внутренней структурой, пористые структуры и объекты, полученные в результате сканирования реальных объектов.
- Автоматизация процесса моделирования: Разработанные алгоритмы и программные средства позволяют автоматизировать процесс генерации воксельных моделей на основе функционального описания объекта.

- Гибкость и масштабируемость: Предложенный подход может быть легко адаптирован для моделирования различных типов объектов и масштабирован для работы с большими объемами данных.

Полученные результаты могут быть использованы в различных областях, включая компьютерную графику, CAD/CAM-системы, медицинскую визуализацию и аддитивные технологии. Например, предложенный подход может быть использован для создания реалистичных моделей биологических тканей, проектирования сложных деталей машин и механизмов, а также для генерации моделей для 3D-печати.

В данной статье предложен подход к геометрическому моделированию сложных объектов, основанный на комбинации функционального и воксельного моделирования. Разработаны алгоритмы и программные средства для представления сложных геометрических объектов в виде воксельных моделей, управляемых функциональными зависимостями. Проведенные эксперименты показали эффективность предложенного подхода для моделирования объектов со сложной геометрией и топологией. Результаты исследования могут быть использованы в различных областях науки и техники.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку более эффективных алгоритмов вокселизации, регуляризации и визуализации, а также на расширение спектра функциональных зависимостей, используемых для описания объектов. Также перспективным направлением является разработка алгоритмов для автоматического преобразования данных, полученных в результате сканирования реальных объектов, в функциональное описание.

Источники

1. Коновалов, Д.А., Журавлев, Ю.И. Основы воксельной графики. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 224 с.

2. Анисимов, В.А. 3D моделирование в промышленном производстве / В.А. Анисимов, И.И. Шарипов // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. Матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. (Казань, 19–20 мая 2022 г.) / под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2022. С. 191-194.

3. Васильев, П.П., Иванов, А.И., Сидоров, С.А. Функциональное моделирование сложных геометрических объектов на основе R-функций. // Информационные технологии моделирования и управления. 2018. № 3. С. 312-320.

4. Волков, Ю.С., Захаров, В.М., Кирпичников, А.П. Геометрическое моделирование в задачах инженерного анализа. М.: Машиностроение, 2008. 320 с.

УДК 621.039.56:519.876.5

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Волкова Елизавета Валерьевна
КГЭУ, г. Казань, Россия
elizaveta_volkova_4@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена применению имитационного моделирования (ИМ) в ядерной энергетике для обеспечения безопасности и эффективности ядерных реакторов. В условиях роста требований к точности прогнозирования и оценке рисков, традиционные аналитические методы уступают место ИМ, позволяющему создавать виртуальные прототипы реакторов и детально моделировать их работу в разнообразных, включая экстремальные, сценариях. Современная архитектура ИМ включает многомасштабное физическое моделирование, детализированное моделирование компонентов, интеграцию данных мониторинга и использование высокопроизводительных вычислений.

Ключевые слова: имитационное моделирование, виртуальное моделирование, прогнозирование, оптимизация проектирования, анализ отказов.

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF SIMULATION MODELING FOR ASSESSING THE RELIABILITY OF NUCLEAR REACTORS

Volkova Elizaveta Valerievna
KSPEU, Kazan, Russia
elizaveta_volkova_4@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the application of simulation modeling (SM) in nuclear power engineering to ensure the safety and efficiency of nuclear reactors. In the context of increasing requirements for the accuracy of forecasting and risk assessment, traditional analytical methods are giving way to SM, which allows creating virtual prototypes of reactors and modeling their operation in detail in various scenarios, including extreme ones. The modern SM architecture includes multiscale physical modeling, detailed modeling of components, integration of monitoring data and the use of high-performance computing.

Keywords: simulation modeling, virtual modeling, forecasting, design optimization, failure analysis.

Ядерные реакторы – это сложнейшие технологические системы, функционирование которых требует безупречной надежности и безопасности.

Традиционные методы анализа, основанные на упрощенных моделях и ограниченном количестве экспериментальных данных, уже не справляются с растущими требованиями к точности прогнозирования и оценке рисков. Именно поэтому имитационное моделирование (ИМ) становится все более важным инструментом в современной ядерной энергетике, обеспечивая глубокое понимание работы реакторов и позволяя повысить их безопасность.

ИМ – это метод создания виртуальных прототипов сложных систем, позволяющий изучать их поведение в различных условиях, включая экстремальные сценарии.

В контексте ядерных реакторов, ИМ предлагает ряд неоспоримых преимуществ [1]:

- Снижение рисков и затрат. Физические эксперименты на действующих реакторах чрезвычайно дорогостоящи и сопряжены с высоким уровнем риска. ИМ позволяет проводить "виртуальные эксперименты", моделируя различные аварийные ситуации без реальных последствий. Это существенно сокращает затраты на исследования и разработку.
- Повышение точности прогнозирования. Традиционные методы анализа часто упрощают реальные процессы, игнорируя множество взаимодействующих факторов. ИМ позволяет учесть огромное количество переменных, включая мельчайшие детали конструкции и внешние воздействия, что существенно повышает точность прогнозирования.
- Оптимизация проектирования и эксплуатации. ИМ позволяет моделировать различные конструктивные решения и режимы работы реактора, выбирая оптимальные варианты, которые обеспечивают максимальную надежность и эффективность при минимальных рисках. Это включает в себя оценку влияния новых материалов, улучшенных систем безопасности и оптимизацию технологических процессов [2].
- Вероятность возникновения серьезных аварий на АЭС крайне мала. ИМ позволяет моделировать такие редкие события с высокой степенью достоверности, что позволяет разработать эффективные стратегии предотвращения и минимизации их последствий.

Современные ИМ ядерных реакторов представляют собой комплексные системы.

Во-первых, ИМ состоит из многомасштабного физического моделирования. Это включает моделирование нейтронно-физических процессов (деление ядер, замедление нейтронов), теплообмена (включая конвекцию, теплопроводность и излучение), гидродинамики (движение теплоносителя в контурах реактора) и реакций с участием различных материалов [3].

Во-вторых, ИМ включает детализированное моделирование компонентов. Моделирование отдельных компонентов реактора, таких как тепловыделяющие

элементы (ТВЕЛы), топливные сборки, трубопроводы, насосы, арматура, системы контроля и безопасности, с учетом их физических свойств и характеристик износа. Важно отметить использование методов конечно-элементного анализа (FEA) для моделирования напряженно-деформированного состояния компонентов.

Следующим составляющим является интеграция данных мониторинга. Современные ИМ используют данные, полученные с реальных реакторов, для валидации моделей и повышения их достоверности. Это позволяет калибровать модели и улучшать их точность.

Моделирование сложных процессов в ядерных реакторах требует значительных вычислительных ресурсов. Использование HPC-кластеров позволяет существенно сократить время моделирования и исследовать более широкий диапазон сценариев [4].

ИМ позволяет проводить количественную оценку надежности ядерных реакторов, определяя вероятность возникновения отказов различных компонентов и систем, а также последствия этих отказов [5]. Это включает в себя:

- Анализ отказов и повреждений. Идентификация потенциальных точек отказа и анализ их влияния на работу реактора.
- Определение вероятностей отказов. Использование методов анализа надежности для оценки вероятности возникновения различных отказов компонентов.
- Оценка последствий отказов. Моделирование развития аварийных ситуаций и оценка их последствий для безопасности персонала и окружающей среды [6].

Имитационное моделирование играет ключевую роль в повышении надежности и безопасности ядерных реакторов. Постоянное совершенствование методов ИМ, интеграция больших данных и использование HPC-технологий позволяют создавать все более точные и реалистичные модели, что способствует разработке более безопасных и эффективных атомных электростанций.

Дальнейшие исследования в этой области направлены на улучшение точности моделирования физических процессов, учет влияния человеческого фактора и развитие методов обработки больших объемов данных, полученных из различных источников.

Источники

1. Воропай Н.И., Уколова Е.В., Герасимов Д.О., Суслов К.В., Ломбарди П., Комарницки П. Исследование мультиэнергетического объекта методами

имитационного моделирования // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22. № 12 (143).

2. Имитационное моделирование глобальных потоков ядерных материалов при различных сценариях – URL: http://www.dslib.net/sys-analiz/imitacionnoe-modelirovanie-globalnyh-potokov-jadernyh-materialov-pri-razlichnyh.html (дата обращения: 09.03.2025).

3. Использование имитационного моделирования для анализа системы компенсации давления АЭС// Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2021. Т. 21. №8. С. 39-44. URL: http://vestnik.krsu.edu.kg/archive/168/7017 (дата обращения: 12.03.2025).

4. Вольман М.А. Моделирование переходных процессов в реакторе ВВЭР-1000 для предварительной подготовки оперативного персонала // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2016. № 9-10. С. 112–118.

5. Семенов В.К., Вольман М.А. Компьютерная верификация результатов физических экспериментов на функциональном аналитическом тренажере реактора ВВЭР-1000 // Состояние и перспективы развития электротехнологии: сборник научных трудов международной научно-технической конференции XVII Бенардосовские чтения. Иваново, 2013. С. 65–66.

6. Опыт применения имитационной модели демонтажа графитовой кладки реактора АМБ-100 Белоярской АЭС // CyberLeninka. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-primeneniya-imitatsionnoy-modeli-demontazha-grafitovoy-kladki-reaktora-amb-100-beloyarskoy-aes (дата обращения: 15.03.2025).

УДК 004.514

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И ПРОГРАММНОГО ИНТЕРФЕЙСА

Вострых Алексей Владимирович
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский УГПС МЧС России», г. Санкт-Петербург, Россия
a.vostrykh@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема низкой эффективности современных интерфейсов программных продуктов для решения которой автором предложена оригинальная информационная модель. По результатам работы, предложенная модель позволила сделать ряд заключений о уязвимых местах в интерфейсах учёт которых гипотетически позволит повысить эффективность интерфейсов и как следствие оптимизировать работу пользователей.

Ключевые слова: сенсорная система, раздражители, программный интерфейс, информационная модель, пользователи программ

INFORMATION MODEL OF THE INTERACTION BETWEEN THE USER'S SENSORY SYSTEM AND THE SOFTWARE INTERFACE

Vostrykh Alexey Vladimirovich
Saint-Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia, St. Petersburg, Russia
a.vostrykh@list.ru

Abstract. The article discusses the problem of low efficiency of modern software product interfaces, for which the author has proposed an original information model. Based on the results of the analysis, the proposed model allowed us to draw a number of conclusions about vulnerabilities in interfaces, which, will improve the efficiency of interfaces and, as a result, optimize user experience.

Keywords: sensory system, stimuli, interface, information model, program users

Сегодня, стремительное развитие компьютерных технологиях ведёт к значительным изменениям повседневной деятельности среднестатистического сотрудника большинства организаций. В рабочий процесс повсеместно внедряются различные информационные системы, которые призваны упростить и ускорить работу персонала. Подавляющее большинство данных систем обладают программными интерфейсами, основной задачей которых является установление прочной связи между оператором и программным продуктом, позволяющей комфортно производить информационный обмен [1-3]. Данный аспект достигается проектированием качественных и эффективных интерфейсов, позволяющих интуитивно работать пользователям с минимальной

вероятностью возникновения ошибок, как по причинам «человеческого фактора», так и программным. Несмотря на многочисленные исследования по повышению эффективности человеко-машинного взаимодействия современные программные интерфейсы остаются на низком качественном уровне, создавая для пользователей дополнительные трудности и сложности.

С целью ликвидации выявленной проблемы автором статьи предлагается более детально проанализировать пользователей в аспекте когнитивно-психологических ограничений человеческой природы. Для этого разработана информационная модель взаимодействия сенсорной системы пользователей и программного интерфейса, которая демонстрирует: точки соприкосновения двух сущностей: оператор и программный интерфейс; выявляет уязвимые места сенсорной системы человека; конкретизирует величины пределов человеческого восприятия для их учёта и использования в работе.

По средствам сенсорных систем организм человека получает бесчисленное множество разнообразных по своей природе сигналов раздражителей, которые воспринимаются и преобразуются [4–6]. Основной категорией сенсорных систем является понятие – «ощущения», под которым понимается первоначальный опыт, возникающий в результате элементарных видов стимуляции, связанных с отношениями между физическим миром и его обнаружением через сенсорную систему [7]. Именно с помощью ощущений пользователь получает первые сигналы от интерфейса для последующей их обработки. Сенсорные системы устроены так, что из всего многообразия воздействующих на человека раздражителей (обонятельных, тактильных, слуховых, зрительных, температурных) производится отбор только самых значимых. Это позволяет конструировать программу адекватного целенаправленного поведения и наилучшим образом приспосабливаться к постоянно меняющимся условиям внешней среды [7–8].

В фонде научной литературы из области физиологии [4–10] учёные условно выделяют следующие сенсорные системы человека: визуальную, аудиальную, кожную, двигательную, обонятельную и вкусовую. Согласно исследованиям автора [1–3] при взаимодействии пользователей с интерфейсами задействуются только первые четыре системы представленные выше. Каждая из них, обладает рядом характеристик, ограничений и особенностей, учёт которых позволит более детально рассмотреть процесс взаимодействия человека и программы, обладающей интерфейсом для установления причинно-следственных связей возникновения различных отрицательных психических состояний у пользователей при работе с продуктами (усталость, напряжённость, злость). Так визуальная сенсорная система обладает следующими характеристиками [10–12]: цветоощущение; световосприятие; периметрия; острота зрения; область слепого пятна Э. Мариотта; аккомодация и т.д. В свою

очередь аудиальная сенсорная система обладает следующими характеристиками [10–12]: острота слуха; динамический диапазон слуха; бинауральное слияние; порог восприятия. Кожная сенсорная система обладает следующими рецепциями [13–14]: тактильные; температурные; ноцицептивные. Двигательная сенсорная система представлена следующими видами рецепторов: мышечные; суставные; сухожильные.

Сенсорные системы имеют следующие ограничения [11–14]: объём рабочей памяти составляет 7 (± 2) элемента; большинством различается не более 20000 цветов; зрительные фиксации и саккады, создают «слепую зону» занимающую около 10% общего времени восприятия человека; звук воспринимается в диапазоне от 16 Гц – 20 кГц; механические колебания воспринимаются в диапазоне 1,6 – 1000 Гц; скорость чтения составляет 200 – 300 слов в минуту.

Каждая сенсорная система имеет свойство искажать реальность (возникновение иллюзий), что усложняет процесс восприятия данных из интерфейсов [13–14]: оптическая иррадиация; иллюзии: Понцо, Мюллера-Лайера, наклонной башни, радужного ореола и лучей; треугольник Канидза; комната Эймса; решётка Л. Германа; феномен октавы и модель Шепарда; эффект Доплера; феномен «двойной боли»; «эффект tau» и т.д.

Помимо сенсорных систем в процессе взаимодействия пользователей и интерфейсов учувствуют также перцептивная и когнитивная системы. В них данные кодируются, передаются, перекодируются и декодируются с использованием различных механизмов и процессов. На основании вышесказанного и проведённых авторских исследований [1–3] предложена следующая информационная модель взаимодействия сенсорной системы пользователей и программного интерфейса, рис. 1.

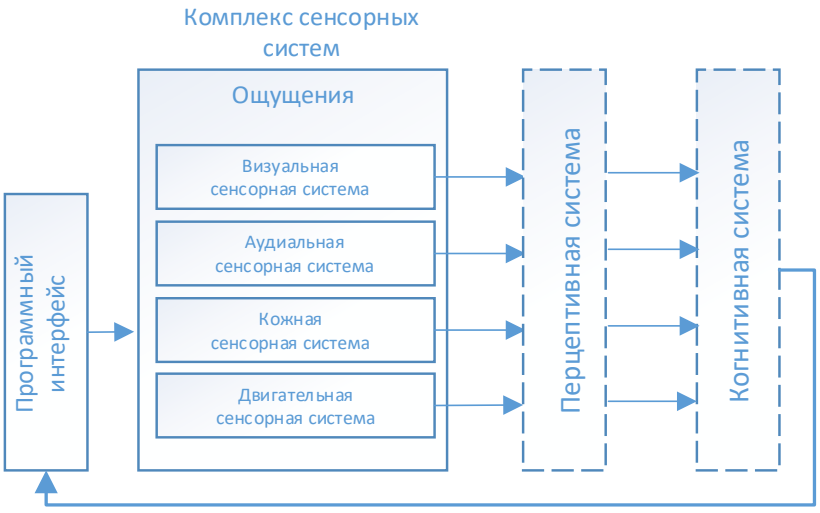


Рис. 1. Информационная модель взаимодействия сенсорной системы пользователей и программного интерфейса

По результатам проведённого анализа сенсорных систем автор статьи считает нужным сделать ряд заключений, которые будут полезны для работы специалистов из области проектирования программ и их интерфейсов:

– сенсорные системы могут работать лишь в определённых пределах силы раздражителя. В рамках разработки программ и их интерфейсов данное заключение означает, что не имеет смысла устанавливать мощность воздействия индикаторов на пользователей больше возможностей восприятия их систем;

– рецепторы обладают способностью адаптироваться к постоянно действующему раздражителю, что проявляется снижением уровня возбуждения от раздражителей при их длительном и неизменном уровне воздействия. В рамках разработки программ и их интерфейсов данное заключение означает, что постоянно мигающий индикатор интерфейса через некоторый промежуток времени перестаёт распознаваться оператором как раздражитель, что приводит к игнорированию и утрате внимания к этой области интерфейса;

– человек не может одновременно направлять внимание более чем на два признака, если они имеют одну модальность, например, два слуховых признака. В рамках проектирования данное заключение означает, что в случае обладанием интерфейсом возможности одновременной подачи нескольких сигналов одной природы (звукового, визуального, тактильного) часть информации скорее всего будет утеряна;

– восприятие стимулов, даже самых простых сигналов, зависит не только от сенсорной системы, но и от процессов более высокого уровня: принятия решений, состояний, в которых находится пользователь; индивидуальных особенностей человека (например, темперамент), когнитивный стиль, мотивационно-волевых особенностей субъекта (ориентации на состояние или действие) и т.д. В рамках проектирования интерфейсов данное заключение демонстрирует необходимость разработки детализированной модели пользователя целевой аудитории, которая будет учитывать даже такие характеристики людей, как темперамент и когнитивный стиль;

– на возможность обнаружения стимула влияет не только его физическая интенсивность, но и расположенность сенсорной системы к ощущению, которая зависит от многих факторов, например: усталость, внимательность и т.д.

Таким образом, предложенная информационная модель позволила сделать ряд заключений о уязвимых местах в интерфейсах учёт которых гипотетически позволит повысить эффективность интерфейсов и как следствие оптимизировать работу пользователей. В дальнейших работах планирует также рассмотреть перцептивную и когнитивную системы с целью проведения аналогичного анализа и построения моделей.

Источники

1. Вострых А.В. Метод оценки эффективности графических пользовательских интерфейсов программных продуктов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2022. № 10. С. 19–28.

2. Вострых А.В. Метод и алгоритмы многокритериальной оценки графических пользовательских интерфейсов программных продуктов МЧС России. Национальная безопасность и стратегическое планирование // 2022. № 4 (40). С. 57–64.

3. Вострых А.В., Булат Р.Е. К вопросу роста качества восприятия операторами информации в чрезвычайных ситуациях на основе совершенствования графических пользовательских интерфейсов // В сборнике: Психолого-педагогические аспекты подготовки кадров к профессиональной деятельности в экстремальных условиях. Санкт-Петербург, 2021. С. 45–56.

4. Мышкин И.Ю. Физиология сенсорных систем и высшей нервной деятельности : учеб. пособие. Ярославль : ЯрГУ, 2008. – 438 с.

5. Neisser U. Memory observed: remembering in natural contexts // San Francisco: W.H. Freeman. 1982. 452 c.

6. Moray A., Bates T. Barnett Experiments on the four-eared man // Psychology. Journal of the Acoustical Society of America. 1965. 12(3). PP. 45-56.

7. Klatzky R.L. Human memory: structures and processes // San Francisco: Freeman. – 1980. 376 p.

8. Baddeley A. D. The psychology of memory // New York: Basic Books. –1976. 452 p.

9. Lindsay P.H. Human information processing; an introduction to psychology // New York, Academic Press. 1972. 780 p.

10. Baddeley A.D. Your memory: a User's guide // London: Prion. 1993. 404 p.

11. William J. The principles of psychology // New York : Holt. 1890. 712 p.

12. Schacter D.L. Searching for memory: the brain, the mind, and the past // New York, NY : BasicBooks. 1996 420 p.

13. Neisser U. Cognitive Psychology // New York: Appleton-Century-Crofts – 1967. 376 p.

14. Солсо Р. Когнитивная психология // СПб.: Питер. 2006. 589 p.

УДК 004.42

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТА С МНОЖЕСТВОМ ИСТОЧНИКОВ ШУМА

Гайворонский Михаил Алексеевич, Чугунков Дмитрий Владимирович
НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
GaivoronskyMA@mpei.ru

Аннотация. На ТЭС имеются множество источников шума: постоянные (газопроводы, градирни, воздухозаборы котлов, тягодутьевое оборудование, силовые трансформаторы и др.) и непостоянные (выбросы пара при срабатывании ГПК, продувках пароперегревателей котлов, при растопках котлов). Выполнение акустического расчета при множестве источников шума и сложной инфраструктуре, где происходит отражение и наложение звука затруднительно с помощью ручного способа. Поэтому в настоящее время появились программы, позволяющие рассчитать такие объекты с большим количеством источников шума, учитывая рельеф и отражение и наложение звука с достаточно высокой точностью. В данной статье рассмотрен пример такого объекта.

Ключевые слова: акустический расчет, источники шума, отражение шума, карта шума.

DETERMINATION OF THE ACOUSTIC EFFECT OF A POWER FACILITY WITH MULTIPLE NOISE SOURCES

Gaivoronsky Mikhail Alekseevich, Chugunkov Dmitry Vladimirovich
NRU «MPEI», Moscow, Russia
GaivoronskyMA@mpei.ru

Abstract. There are many noise sources at thermal power plants: permanent (gas pipelines, cooling units, boiler air intakes, traction equipment) and non-permanent (steam emissions when the MSV is triggered, boiler superheaters are purged, and boilers are kindled). Performing acoustic calculations in a complex infrastructure where noise is reflected is difficult using a manual method. Therefore, programs have now appeared that make it possible to calculate such objects with a large number of noise sources, taking into account the relief and reflections, and at the same time with fairly high accuracy. This article discusses an example of such an object.

Keywords: acoustic calculation, noise sources, noise reflection, noise map.

В настоящее время наблюдается тенденция увеличения установленной мощности энергообъектов, особенно в крупных городах с плотной жилой застройкой. В большой энергетике чаще используются мощные газовые турбины

или парогазовые установки. При этом улучшение эксплуатационных характеристик энергетического оборудования зачастую сопровождается увеличением излучаемой звуковой мощности, что требует принятия соответствующих мер по шумоглушению оборудования.

Для применения шумозащитных мероприятий необходимо предварительно провести акустический расчет для интересующих расчетных точек с предполагаемым превышением предельно допустимого уровня звукового давления. Для простых случаев с минимальным количеством источников шума можно воспользоваться ручным методом расчета, который проводится в соответствии с ГОСТ 31295.2-2005 [1].

Эквивалентный октавный уровень звукового давления с подветренной стороны на приемнике рассчитывают со среднегеометрической частотой до 8000Гц по формуле [1]

$$L_{fT}(DW) = L_W + D_C - A$$

где L_W - октавный уровень звуковой мощности точечного источника шума относительно опорного значения звуковой мощности, равного 1 пВт, дБ; D_C - поправка, учитывающая направленность точечного источника шума; А - затухание в октавной полосе частот при распространении звука от точечного источника шума к приемнику, дБ.

При этом затухание А рассчитывают по формуле [1]:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

где A_{div} - затухание из-за геометрической дивергенции (из-за расхождения энергии при излучении в свободное пространство); A_{atm} - затухание из-за звукопоглощения атмосферой; A_{gr} - затухание из-за влияния земли; A_{bar} - затухание из-за экранирования;A_{misc} - затухание из-за влияния прочих эффектов.

Для непостоянных источников шума используется формула для определения эквивалентных уровней шума из СП 51.13330.2011 [2]:

$$L_{\text{экв}} = 10lg\left(\frac{1}{T}\sum \tau_j \cdot 10^{0,1L_j}\right)$$

где τ_j – время воздействия L_j, мин; L_j – октавный уровень за время τ, дБ. За общее время воздействия шума T принимают: в производственных служебных помещениях – продолжительность рабочей смены; в жилых и других помещениях, а также на территориях, где нормы установлены отдельно для дня и ночи, - продолжительность дня 7.00 – 23.00 и ночи 23.00 – 7.00 ч.

Но при расчете сложных случаев с большим количеством источников шума и экранирующих объектов использование данного метода затруднительно, так как очень сложно учесть множество факторов по типу отражения и затухания шума. Поэтому предлагается использовать специальное программное обеспечение, например, АРМ «Акустика», в котором можно смоделировать все необходимые объекты и избежать неточностей при расчете.

В качестве примера рассмотрена модель произвольно взятой ТЭЦ, которая представлена на рис. 1.

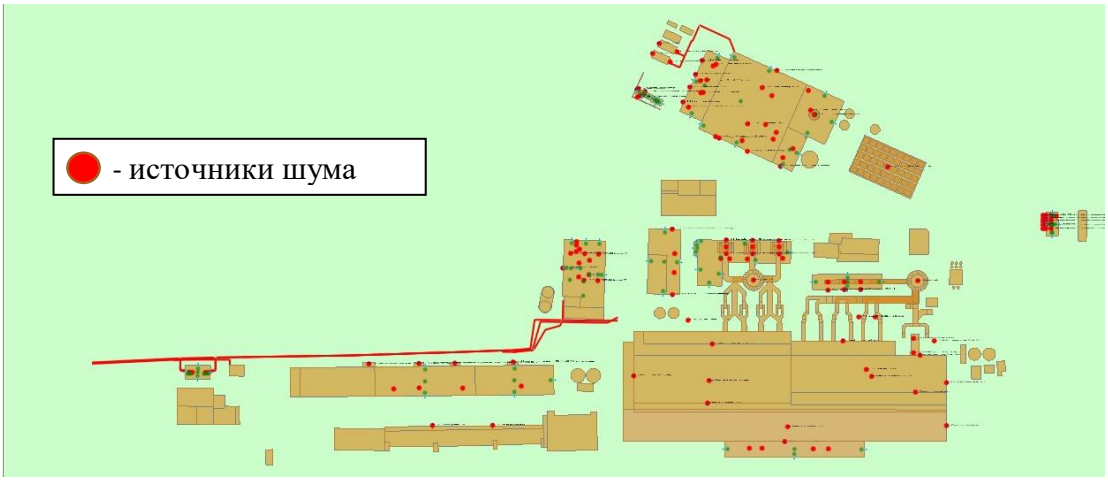


Рис. 1. Модель энергетического объекта в программном комплексе АРМ «Акустика»

На рассматриваемой модели расположено более 800 источников шума на разной высоте и с разными уровнями звуковой мощности. Проведение акустического расчета вручную займет очень много времени и не даст необходимой точности. Программа же позволяет рассчитать уровень шумового воздействия в любой необходимой точке, а также, с помощью построения шумовых карт может наглядно показать распространение шума от источников по выбранной площади, как показано на рис. 2.

Рис. 2. Шумовая карта энергетического объекта на высоте 1.5 м

Также, данная программа позволяет выводить данные по уровням звукового давления в необходимых расчетных точках в виде таблицы, которую можно конвертировать в EXEL формат для удобства обработки данных. Пример в табл. 1. Допустимые уровни шума в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 [3] представлены в таблице 2.

Таблица 1. Пример вывода уровней звукового давления на разных частотах в расчетных точках из программы

Наименование	тип	31.5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	Lэкв.	Lмакс
РТ1	УЗД ночью	57,6	56,7	49,7	44,2	41,2	35,2	27,2	7,7	0	42,4	45,3
РТ1	превышение	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
РТ2	УЗД ночью	55,6	55	48,9	44	41,9	36,1	28,9	10,7	0	42,7	46,3
РТ2	превышение	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
РТ3	УЗД ночью	56,5	56,9	50,9	45,8	43,6	37,8	31,2	16,3	0	44,5	47,3
РТ3	превышение	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 2. Допустимые уровни шума

Назначение помещений или территорий	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									$L_{Аэкв}$, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям в ночное время суток (с 23:00 до 7:00)	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45

Использование программы АРМ «Акустика» для акустических расчетов сложных промышленных объектов позволяет проводить экономическую оптимизацию расходов на шумозащитное оборудование, значительно ускоряет процесс работы и дает высокую точность результатов, а также имеет ряд вспомогательных функций, которые очень полезны для обработки данных и их визуализации.

Источники

1. ГОСТ 31295.2-2005 «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета».

2. СП 51.13330.2011 «Защита от шума».

3. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

УДК 519.688

РОБАСТНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЗАДАЧИ КЕЛЛИ

Галимнуров А.А., Исмагилова А.С.
Уфимский университет наук и технологий

Аннотация: В статье предлагается постановка задачи робастной оптимизации решения портфельной задачи Келли с использованием логарифмических доходностей. Проведено эмпирическое исследование, сравнения различных метрик эффективности портфеля на случайно сгенерированных наборах активов предложенного метода.

Ключевые слова: критерий Келли, метрика Васерштейна, моделирование портфеля.

ROBUST STABILITY OF THE KELLY PROBLEM

A.A. Galimnurov, A.S. Ismagilova
Ufa University of Science and Technology

Abstract: The paper proposes a formulation of robust optimisation problem for solving Kelly portfolio problem using logarithmic returns. An empirical study, comparing different portfolio performance metrics on randomly generated asset sets of the proposed method is conducted.

Keywords: Kelly criterion, Wasserstein metric, portfolio modeling.

Изначально созданная для максимизации накопленного богатства в повторяющихся азартных играх, стратегия Келли [1] позднее была адаптирована для определения оптимального распределения капитала инвестора с целью максимизации ожидаемого роста портфеля на долгосрочном горизонте [2]. Пусть финансовый рынок состоит из n активов, цены этих активов в некоторый момент времени $t?(1,...,T)$ случайным вектором $\grave{S}_t := (S_{t,1},...S_{t,n})$, их простые доходности — $\grave{R}_t := (R_{t,1},...R_{t,n})$, логарифмические доходности - $r_t := (r_{t,1},...,r_{t,n})$. В каждый момент времени t инвесторы могут перераспределять свой капитал между n различными активами посредством ребалансировки портфеля. Обозначим веса портфеля как $w_t := (w_{t,1},...w_{t,n})$, что $\forall w_{t,i} > 0$, $\sum_{i=1}^{n} w_{t,i} = 1$. Пусть начальный капитал это единица, тогда к моменту T капитал с переоценкой составит:

$$V_T = \prod_{t=1}^{T} (1 + \tilde{R}_t w_t) \quad (1)$$

Темп роста капитала/портфеля определяется следующим образом:

$$\gamma_T = \ln\sqrt[T]{\prod_{t=1}^{T}(1+\tilde{R}_t w_t)} = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\ln(1+\tilde{R}_t w_t) \quad (2)$$

Задача портфеля Келли заключается в нахождении веса портфеля $\tilde{w}$, что $\forall t\ \tilde{w} = w_t$, которая максимизирует темп роста капитала. Согласно закону больших чисел, темп роста портфеля для любой стратегии с постоянными пропорциями будет удовлетворять:

$$\lim_{T?8} ?_T = ?\,(\ln(1 + \grave{R}^T{}_t w) \quad (3)$$

при условии, что простые доходности $\tilde{R}_t$ взаимно независимые и одинаково распределены, а оптимальная стратегия может быть найдена путем максимизации правой части (4).

Для любых двух распределений F_1 и F_2 метрика Васерштейна типа p определяется как

$$d_p(F_1,F_2) = \inf_{?}(E[||?_1 - ?_2||^p])^{-p},$$

где П — совместное распределение ξ_1 и ξ_2 с маргиналами F_1 и F_2, соответственно.

Пусть $\hat{?}_1,\ldots\hat{?}_N$ представляют N случайных выборок из случайного вектора $\xi \approx F_\xi$, и $\hat{F}_?:=\frac{1}{N}?_{j=1}^{N} d_{?_j}$ обозначает эмпирическое распределение.

Определим шар Васерштейна типа p как следующее множество:

$$B_p(e) = \{F | d_p(F,\grave{F}) = e\} \quad (4)$$

Соответственно метрика Васерштейна типа p [3] может быть использована для построения множества распределений, включающих любое распределение, похожее на эмпирическое. Робастная оптимизация на основе данной метрики стремится найти робастное решение [4], оптимизируя наихудший случай из шара Васерштейна. Попытка применить этот метод к оптимизации портфеля Келли включает построение шара Васерштейна для распределения доходности F_R:

$$B_p(e) := \{F | d_p(F,\grave{F}_R) = e\} \quad (5)$$

Это приводит к задаче робастной устойчивости портфеля Келли:

$$\max_{w?W} \inf_{F_R?B_p(e)} E_{F_R}[\ln(1 + \grave{R}^T w)] \quad (6)$$

При более внимательном рассмотрении в такой формулировки возникают следующие проблемы [5]: во-первых, построение шара Вассерштейна не ограничивает диапазон распределений, из-за чего доходность может быть

отрицательной, что несовместимо с логарифмической функцией. Во-вторых метрика Вассерштейна учитывает расстояние между распределениями, но не их форму, поэтому даже при неотрицательной поддержке задача минимизации (наихудшее ожидание) часто остаётся неограниченной. И наконец в реальности динамика цен зависит не только от исторических распределений, но и от фундаментальных, макроэкономических и геополитических факторов.

Часть этих проблем можно решить, сосредоточившись вместо этого на распределении логарифмических доходностей r_t [6]. Тогда задача оптимизации портфеля Келли записывается следующим образом:

$$\max_{w?W} \inf_{F_R?B_p(e)} E_{F_R}[\ln(\exp(r)^T w)] \quad (7)$$

Приведенная выше модель представляет собой новую постановку задачи оптимизации портфеля Келли. Для оценки эффективности приведенной модели, мы будем сравнивать различные метрики эффективности портфеля на случайно сгенерированных портфелях за период с 2020/01/01 по 2024/12/31. Весь численный эксперимент был реализован на языке Python с использованием библиотек: pandas, numpy, scipy, cvxpy, pyfolio, moexalgo. Во всех численных экспериментах используется модель описанная выше, основанная на метрике Васерштейна типа 2, что основывается на идее, что распределение доходностей имеет конечные моменты до второго порядка.

Эксперимент проводится на основе исторических данных безадресного рынка акций мосбиржи – дневные изменения торгов по 120 самым ликвидным бумагам сохраняем с помощью готовой python библиотеки Мосбиржи MOEXAGLO .

Первый этап алгоритма состоит в проведении вышеописанного эксперимента генерируем 1000 портфелей, состоящих из 20 бумаг. Далее моделируем классический портфель Келли, как реализацию уравнения (3) и портфель Келли на метрике Васерштейна, как реализацию уравнения (7), используя исторические данные за 2020 год (252 торговых дня).

Затем мы оцениваем эффективность полученных портфелей, используя данные с 2021/01/01 по 2024/12/31.

Таблица 1. Доходности портфелей

	портфель Келли	портфель Келли с метрикой Васерштейна, лог доходности
Среднее	17,3%	26,2%
Медиана	13,3%	23,1%
1 квартиль	2,6%	7,0%
3 квартиль	25,6%	42,2%

Таблица 2. Годовая волатильность портфелей, как метрика риска

	портфель Келли	портфель Келли с метрикой Васерштейна, лог доходности
Среднее	29,9%	27,6%
Медиана	29,8%	27,3%
1 квартиль	29,0%	26,4%
3 квартиль	30,9%	28,6%

Как видно в табл. 1, 2 показатели портфелей, смоделированных на весах на основе метрики Келли, значительно превосходят веса, полученные в результате решения классической задачи Келли, что в том числе выражается и в коэффициенте Шарпа, который в среднем увеличился с 0.26 до 0.31. Эмпирические результаты, полученные в ходе исследования, продемонстрировали, что предложенная модель превосходит классический портфель Келли как по стабильности, так и по ключевым метрикам эффективности. Таким образом, предложенная модель не только имеет прочную теоретическую основу, но и демонстрирует практическую эффективность, что делает её ценным инструментом для управляющих активами. В отличие от других решений, предложенная модель обеспечивает более высокую стабильность и эффективность, что особенно важно в условиях изменчивых финансовых рынков.

Источники

1. Kelly J. L. A New Interpretation of Information Rate. // Bell System Technical Journal, 35(4), pp. 917–926. doi:10.1002/j.1538-7305.1956.tb03809.x.

2. Latane H. Criteria for choice among risky ventures // Journal of Political Economy , 1959, 67(2), 144155 URL: doi.org/10.1086/258157.

3. Boyd S. & Vandenberghe L. Convex Optimization // Cambridge University Press, 2004, pp. 714.

4. Sun Q. & Boyd S. Distributional Robust Kelly Gambling. // 2018. arXiv:1812.10371.

5. Pesenti, Silvana & Jaimungal, Sebastian. (2020). Portfolio Optimisation within a Wasserstein Ball. SSRN Electronic Journal. doi.org/10.2139/ssrn.3744994.

6. Gao R. & Kleywegt A. J. Distributionally robust stochastic optimization with Wasserstein distance. // Mathematics of Operations Research 2016, 48(2), pp. 603-655. doi.org/10.1287/moor.2022.1275.

УДК 621:313.3

РОЛЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Галимов Азат Ильсурович, Шарипов Ильнар Ильдарович
КГЭУ, г. Казань, Россия
galimov.azat.2017@ya.ru

Аннотация. Моделирование играет первостепенную роль в современных технологиях. В статье исследуется, как различные виды моделирования – математическое, имитационное, численное и основанное на данных – применяются в промышленности для оптимизации параметров, прогнозирования поведения систем, экономии средств, повышения безопасности и улучшения качества продукции. Рассмотрены преимущества использования этого инструмента для инженеров и разработчиков, стремящихся к созданию передовых и конкурентоспособных решений. Подчеркивается, что моделирование является ключевым фактором успеха в разработке современных технологий.

Ключевые слова: Моделирование, технологический процесс, оптимизация, прогнозирование, затраты, качество.

THE ROLE OF MODELING IN THE TECHNOLOGICAL PROCESS

Galimov Azat Ilsurovich, Sharipov Ilnar Ildarovich
KSPEU, Kazan, Russia
galimov.azat.2017@ya.ru, sharipov.ii@mail.ru

Annotation. Modeling plays a primary role in modern technologies. The article explores how various types of modeling – mathematical, simulation, numerical, and data–based - are used in industry to optimize parameters, predict system behavior, save money, improve safety, and improve product quality. The advantages of using this tool for engineers and developers seeking to create advanced and competitive solutions are considered. It is emphasized that modeling is a key success factor in the development of modern technologies.

Keywords: Modeling, technological process, optimization, forecasting, costs, safety, quality.

Сегодняшние технологические процессы характеризуются возрастающей сложностью и высокими требованиями. Достижение оптимальных показателей, снижение издержек, повышение продуктивности и гарантия безупречного качества изделий – лишь часть тех задач, которые стоят перед специалистами инженерной сферы и разработчиками. В сложившейся ситуации моделирование приобретает первостепенное значение, позволяя прогнозировать

функционирование системы, оптимизировать характеристики и принимать взвешенные решения задолго до этапа физической реализации [1].

Моделирование – это процесс создания упрощенного представления реальной системы или процесса. Эта модель, как правило, описывается математическими уравнениями, алгоритмами или другими формализованными способами. В контексте технологических процессов, моделирование может охватывать самые разные аспекты, от моделирования химических реакций и тепловых процессов до моделирования работы оборудования и логистики производства.

Преимущества использования моделирования в технологическом процессе.

Оптимизация параметров. Можно варьировать значения, проводить "виртуальные эксперименты" и находить оптимальные настройки для достижения требуемых характеристик продукта или процесса. Например, при проектировании химического реактора можно оптимизировать температуру, давление и концентрацию реагентов для максимизации выхода целевого продукта.

Прогнозирование поведения системы. Моделирование позволяет предвидеть, как система будет реагировать на различные входные данные или возмущения. Это особенно важно при разработке сложных систем управления или процессов, которые могут быть чувствительны к внешним факторам. Например, моделирование работы системы энергоснабжения позволяет предсказать, как она будет реагировать на внезапное отключение одного из генераторов [2, 3].

Сокращение затрат и времени разработки: Использование моделирования позволяет обнаружить ошибки и недостатки на ранних стадиях проектирования, что значительно снижает затраты на исправление этих ошибок в дальнейшем, когда система уже реализована физически. Кроме того, моделирование ускоряет процесс разработки, поскольку позволяет быстро оценивать различные варианты и выбирать наиболее перспективные.

Повышение безопасности. В технологических процессах, особенно в химической или ядерной промышленности, безопасность является первостепенной задачей.

Улучшение качества продукции. Моделирование позволяет понять взаимосвязь между параметрами процесса и качеством конечного продукта. Оптимизируя параметры процесса с помощью моделирования, можно улучшить однородность, чистоту, прочность и другие важные характеристики продукции [4].

Обучение и тренировка персонала: Моделирование может использоваться для создания виртуальных тренажеров, позволяющих обучать персонал правилам эксплуатации оборудования и действиям в аварийных ситуациях.

Типы моделирования, используемые в технологических процессах:

Существует множество различных типов моделирования, которые могут быть использованы в технологических процессах. Некоторые из наиболее распространенных:

Математическое моделирование: использует математические уравнения для описания поведения системы[5].

Имитационное моделирование воспроизводит динамику системы, давая возможность исследовать процессы, происходящие во времени.

Численное моделирование применяет методы вычислительной математики для решения задач, связанных с анализом напряжений, теплообмена и гидродинамики.

Модели, основанные на исторических данных, создаются при помощи статистических методов и алгоритмов машинного обучения, что является сутью моделирования на основе данных.

Моделирование является ценным активом, существенно повышающим эффективность, безопасность и качество технологических процессов. Вложения в его развитие быстро окупаются за счет сокращения издержек и улучшения продукции. В будущем, роль моделирования в технологических процессах будет только возрастать, благодаря развитию вычислительной техники и появлению новых методов моделирования. Умение разрабатывать, применять и интерпретировать результаты моделирования становится ключевой компетенцией для инженеров и разработчиков, стремящихся к созданию передовых и конкурентоспособных технологий.

Источники

1. Иванов И.И. Моделирование технологических процессов в химической промышленности: монография // И.И. Иванов. М.: Химия, 2020. 320 с.

2. Кафаров В.В. Основы математического моделирования химико-технологических систем. М.: Высшая школа, 1980. 180 с.

3. Первов Л. Г. Моделирование технологических процессов. М.: Колос, 2007. 384 с.

4. Анисимов В.А., Шарипов И.И. 3D моделирование в промышленном производстве // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2022. С. 191-194.

5. Рукавишников А.А., Прец М.А. Компьютерная графика как технология современного проектирования и дизайна // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. Матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2022. С. 223-226.

УДК 004.9

ПЕРЕХВАТ ДРОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И МОНОКАМЕРЫ

Гарипов Ислам Азатович
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева– КАИ, г. Казань, Россия
islamgaripov200493@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается разработка алгоритма автоматического перехвата беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с использованием методов компьютерного зрения и монокамерной системы. Представлены математическая модель вычисления координат цели и алгоритм формирования управляющих команд дроном-перехватчиком. Экспериментально проверена эффективность предложенного метода, продемонстрирована точность и стабильность алгоритма перехвата.

Ключевые слова: перехват дронов, компьютерное зрение, монокамера, управление дроном, PD-регулятор, беспилотные летательные аппараты.

INTERCEPTION OF DRONES USING COMPUTER VISION AND A MONOCAM

Garipov Islam Azatovich
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan, Russia
islamgaripov200493@gmail.com

Annotation. The article discusses the development of an algorithm for automatic interception of unmanned aerial vehicles (UAVs) using computer vision methods and a single-camera system. A mathematical model for calculating the coordinates of a target and an algorithm for forming control commands for an interceptor drone are presented. The effectiveness of the proposed method has been experimentally verified, and the accuracy and stability of the interception algorithm have been demonstrated.

Keywords: drone interception, computer vision, monocam, drone control, PD controller, unmanned aerial vehicles.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в последние годы получили широкое распространение благодаря простоте применения, доступности и технологической универсальности. Однако, одновременно с этим возникла необходимость в разработке эффективных решений по мониторингу и перехвату

дронов в целях безопасности и предотвращения несанкционированного использования. Одним из перспективных подходов является применение методов компьютерного зрения, позволяющих в реальном времени определять местоположение и отслеживать перемещение БПЛА [1].

Цель работы — разработка алгоритма автоматического перехвата беспилотников с использованием монокамеры, обеспечивающего точность и стабильность при минимальных аппаратных затратах. Монокамеры компактны и доступны, но требуют более сложных вычислительных алгоритмов.

В основе предложенного метода лежит использование монокамеры, которая захватывает изображение цели, после чего полученные пиксельные данные преобразуются в координаты реального мира с учетом оптических параметров камеры. Основными параметрами, необходимыми для выполнения расчетов, являются [2]:

– Фокусное расстояние камеры (f), м;

– Пиксельные координаты цели (x_T, y_T), пиксели;

– Размеры изображения (W, H), пиксели;

– Физические размеры сенсора камеры и пикселя (S_x, S_y, p_x, p_y) мм и м соответственно.

Схема расположения монокамеры и используемых систем координат представлена на рисунке 1 [3].

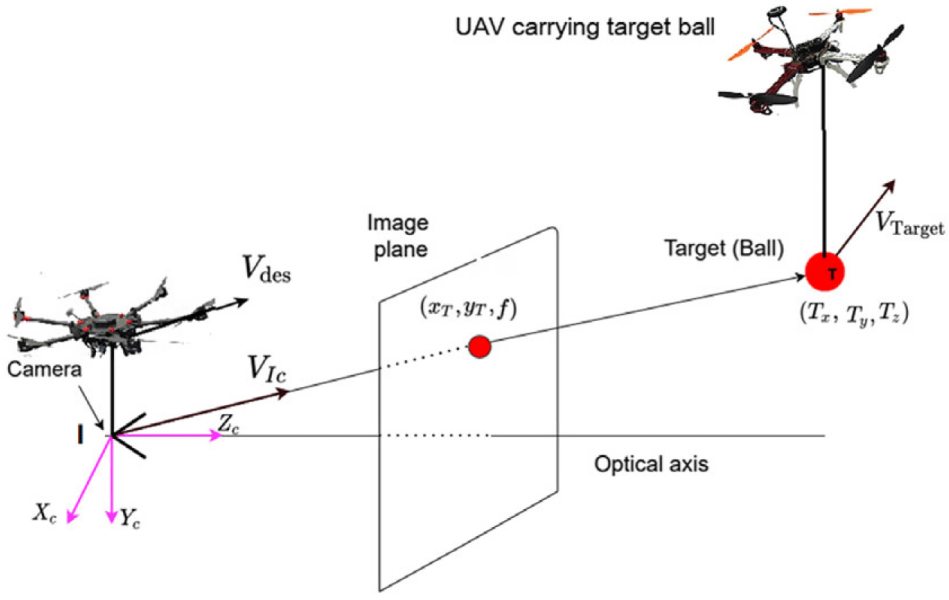


Рис. 1. Схема расположения камеры и систем координат.

Для вычисления пространственного положения объекта относительно камеры используется преобразование пиксельных координат в реальные координаты по осям X и Y с учетом размеров пикселей и фокусного расстояния [4]:

$$X_{\text{real}} = (x_T - x_c) \cdot \frac{p_x}{f}, Y_{\text{real}} = (y_T - y_c) \cdot \frac{p_y}{f} \quad (1)$$

где 1) (x_c, y_c) – центр изображения в пикселях, обычно принимаемый за $\left(\frac{W}{2}, \frac{H}{2}\right)$.

Используя реальные координаты, можно определить компоненты вектора направления от камеры к цели следующим образом:

$$T_{cx} = \frac{X_{real}}{{X_{real}}^2 + {Y_{real}}^2 + f^2}, T_{cy} = \frac{Y_{real}}{{X_{real}}^2 + {Y_{real}}^2 + f^2}, \quad (2)$$

$$T_{cz} = \frac{f}{{X_{real}}^2 + {Y_{real}}^2 + f^2}$$

Полученный вектор описывает направление от камеры к цели в пространстве.

Поскольку камера и дрон могут иметь разные системы координат, для корректного управления движением дрона нужно преобразовать вектор $T_c = [T_{cx}, T_{cy}, T_{cz}]^T$ в глобальную систему координат дрона.

$$T_{global} = R \cdot T_c \quad (3)$$

где R – матрица вращения, связывающая системы координат дрона и камеры.

Полученный вектор описывает направление от камеры к цели в пространстве [5].

Для управления движением дрона используются следующие этапы алгоритма:

1) Генерация команды на движение.

Линейная скорость движения дрона рассчитывается на основе направляющего вектора:

$$V_{des} = V_{max} \cdot T_{global} \quad (4)$$

где V_{max} – максимальная допустимая скорость.

2) Вычисление желаемого угла поворота (yaw).

Необходимый угол ориентации дрона определяется формулой:

$$\psi_{des} = -\arctan\left(\frac{V_{des,y}}{V_{des,x}}\right) \quad (5)$$

где $V_{des,x}$, $V_{des,y}$ – компоненты вектора скорости.

3) Расчет ошибки ориентации и применение PD-регулятора.

Ошибка ориентации определяется разницей текущего и желаемого угла поворота:

$$e_\psi = \psi_{des} - \psi_{curr} \tag{6}$$

где ψ_{curr} текущее значение угла ориентации.

Угловая скорость задается PD-регулятором:

$$r_{des} = K_p \cdot e_\psi + K_d \cdot \frac{de_\psi}{dt} \tag{7}$$

где K_p, K_d – коэффициенты регулятора, подбираемые экспериментально.

Разработанный алгоритм автоматического перехвата дронов с использованием монокамеры и методов компьютерного зрения продемонстрировал высокую точность и стабильность работы при минимальных аппаратных затратах и высокой скорости вычислений в сравнении с другими методами. Однако его точность существенно зависит от качества калибровки камеры и определения её ориентации, что требует регулярного уточнения в реальных условиях эксплуатации.

Результаты работы алгоритма автоматического обнаружения и отслеживания цели в симуляции: видеопоток с камеры дрона-перехватчика (слева) и визуализация сцены в среде моделирования (справа) представлено на рисунке 2.

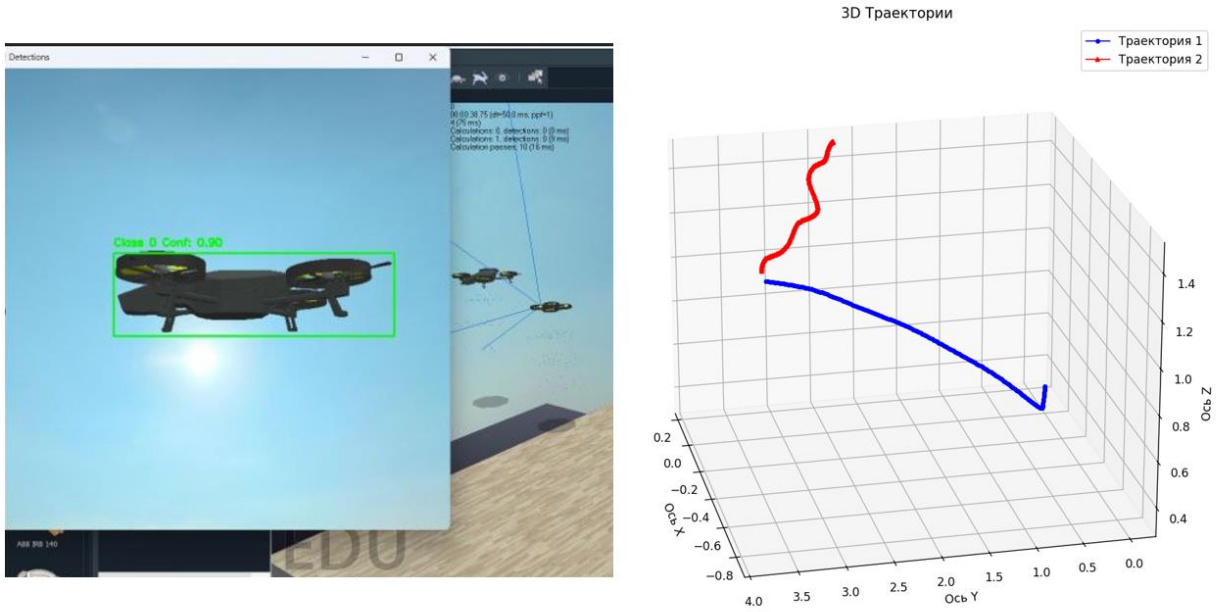


Рис. 2. Результаты работы алгоритма. Синяя траектория справа — дрона-перехватчика, красная — траектория цели.

На рисунке показаны результаты работы алгоритма обнаружения и отслеживания дрона-цели в симуляции. Слева изображение с камеры дрона-перехватчика, цель выделена зелёной рамкой с указанием класса и уверенности распознавания (0.90). Справа представлена 3D-сцена с расположением дронов в условиях ясного неба и ровной местности.

Перспективным направлением дальнейших исследований является адаптация алгоритма к сложным условиям (переменное освещение, ограниченная видимость, манёвры цели), интеграция с нейросетевыми подходами (например, YOLO) для повышения точности, а также сравнительный анализ с альтернативами (стереозрение, LiDAR).

Источники

1. Попов Н. М., Малько И. И. Беспилотный летательный аппарат. 2009.

2. Шишов Р. И. и др. Разработка модели определения глубины пространства для задач детектирования препятствий беспилотного летательного аппарата //Современные наукоемкие технологии. 2019. №. 11-2. С. 306-313.

3. Interception of an aerial manoeuvring target using monocular vision // Robotica. Cambridge Core.

4. Герасимов С. И., Костин В. И. Калибровка неметрических цифровых фото-и видеокамер для фотограмметрических измерений // Саровский физикотехнический институт. Саров. 2015.

5. Вишняков С. М. и др. Способ и устройство определения координат объектов. 2015.

УДК 004.9

РАЗРАБОТКА АВТОПОСАДКИ ДРОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В СИМУЛЯТОРЕ COPPELIASIM

Гарипов Ислам Азатович
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань, Россия
islamgaripov200493@gmail.com

Аннотация. В работе представлена разработка и симуляция системы автоматической посадки дрона, реализованной в симуляторе CoppeliaSim с использованием методов компьютерного зрения. Описаны этапы проектирования модели дрона, алгоритмы определения и отслеживания места посадки, а также управление движением аппарата для точного приземления. Выполнена программная реализация алгоритмов управления с применением Python API.

Ключевые слова: автопосадка дрона, CoppeliaSim, компьютерное зрение, автоматическое управление, симуляция, беспилотные летательные апп

DEVELOPMENT OF DRONE SELF-LANDING USING COMPUTER VISION IN THE COPPELIASIM SIMULATOR

Garipov Islam Azatovich
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan, Russia
islamgaripov200493@gmail.com

Annotation. The paper presents the development and simulation of an automatic drone landing system implemented in the CoppeliaSim simulator using computer vision methods. The stages of designing a drone model, algorithms for determining and tracking the landing site, as well as motion control of the device for an accurate landing are described. A software implementation of control algorithms using the Python API has been performed.

Keywords: drone auto-landing, CoppeliaSim, computer vision, automatic control, simulation, unmanned aerial vehicles

Одной из актуальных задач в области робототехнических систем является обеспечение безопасной и точной автоматической посадки беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В данной работе используется программный комплекс CoppeliaSim, позволяющий моделировать и тестировать алгоритмы управления и взаимодействия с окружающей средой [1].

Для реализации автопосадки была создана модель дрона, оснащённая камерами и датчиками для обнаружения места посадки. Модель представлена на рисунке 1.

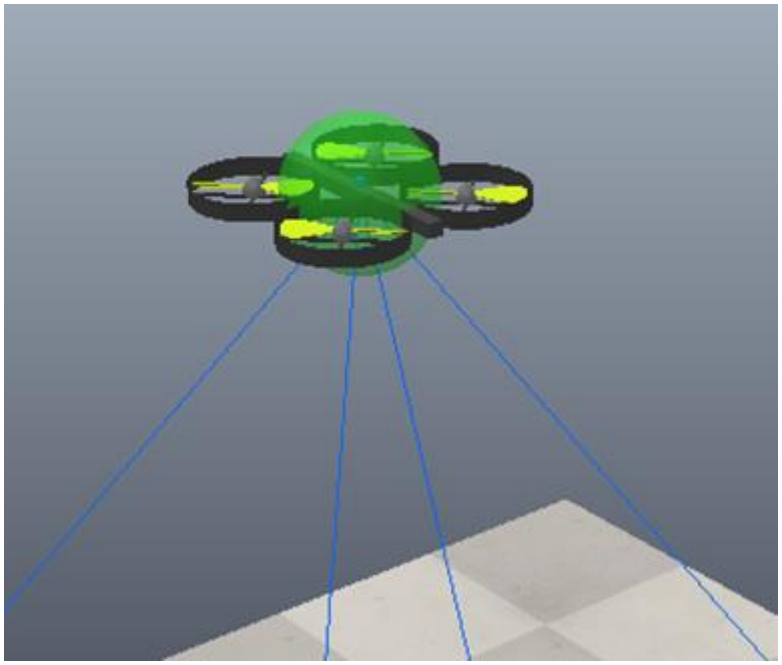


Рис. 1. Модель

Для определения посадочной площадки применялись алгоритмы компьютерного зрения, позволяющие идентифицировать и отслеживать место посадки в реальном времени. Сцена с дронов и посадочной площадкой представлена на рисунке 2.

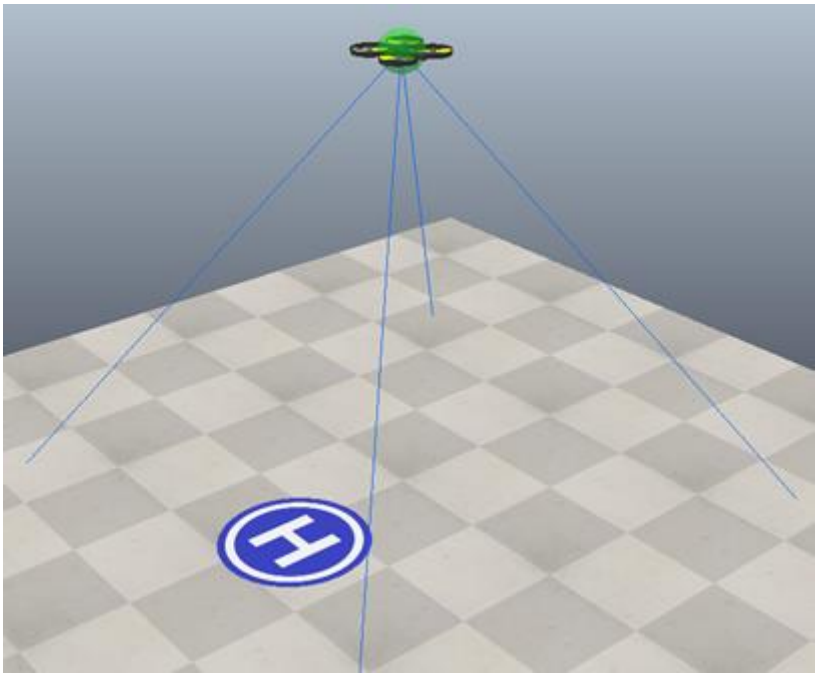


Рис. 2. Сцена

Программная реализация выполнена на языке Python с использованием удалённого API симулятора, который обеспечивает взаимодействие и контроль над виртуальными объектами в CoppeliaSim.

Алгоритм calculate_drone_target используется для расчёта целевой позиции дрона на основе данных, полученных от системы распознавания объектов. Алгоритм учитывает текущую позицию дрона и корректирует его положение для точного приземления.

В основе предложенного метода автоматической посадки лежит применение алгоритмов компьютерного зрения, которые позволяют дрону идентифицировать посадочную площадку и отслеживать её в реальном времени. Для распознавания объектов используются методы глубокого обучения, обеспечивающие высокую точность и скорость обработки изображений. В качестве основного инструмента используется симулятор CoppeliaSim, который предоставляет возможность моделирования робототехнических систем и проверки работоспособности алгоритмов в виртуальной среде до их реального применения [2].

Использование симулятора позволяет протестировать работу алгоритмов в безопасных условиях, минимизировать риски и сократить время разработки реальных систем автопосадки. С помощью удалённого API симулятора реализуется взаимодействие с виртуальными объектами, что обеспечивает точный контроль параметров моделируемой среды и динамическое управление объектами в процессе симуляции.

Процесс распознавания посадочной площадки системой компьютерного зрения дрона. В левом верхнем углу выводятся результаты распознавания с указанием класса и уверенности (Confidence) представлен на рисунке 3.

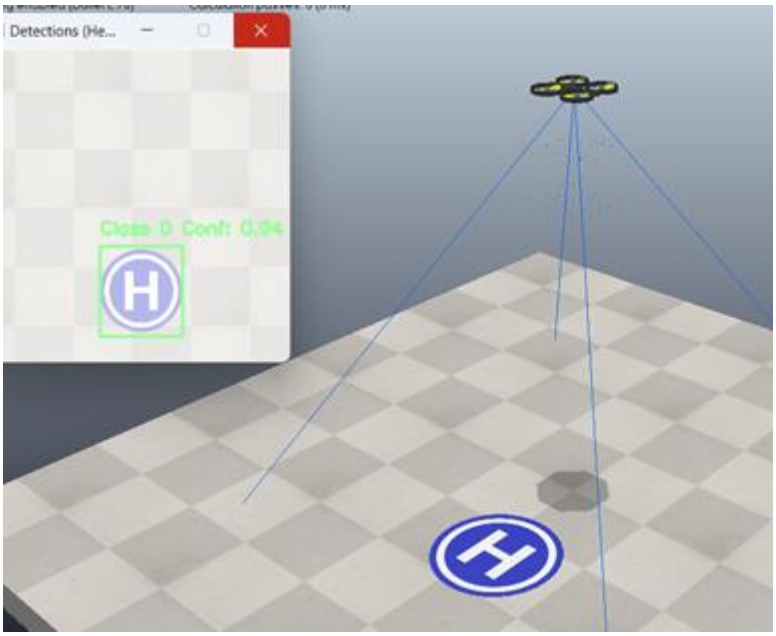


Рис. 3. Дрон в симуляции, выполняющий автоматическую посадку на площадку с меткой

Наведение дрона на место посадки показано на рис. 4.

На этом этапе дрон завершает корректировку своего положения относительно посадочной площадки. Аппарат уже навёлся на целевую точку и готов к финальной фазе снижения.

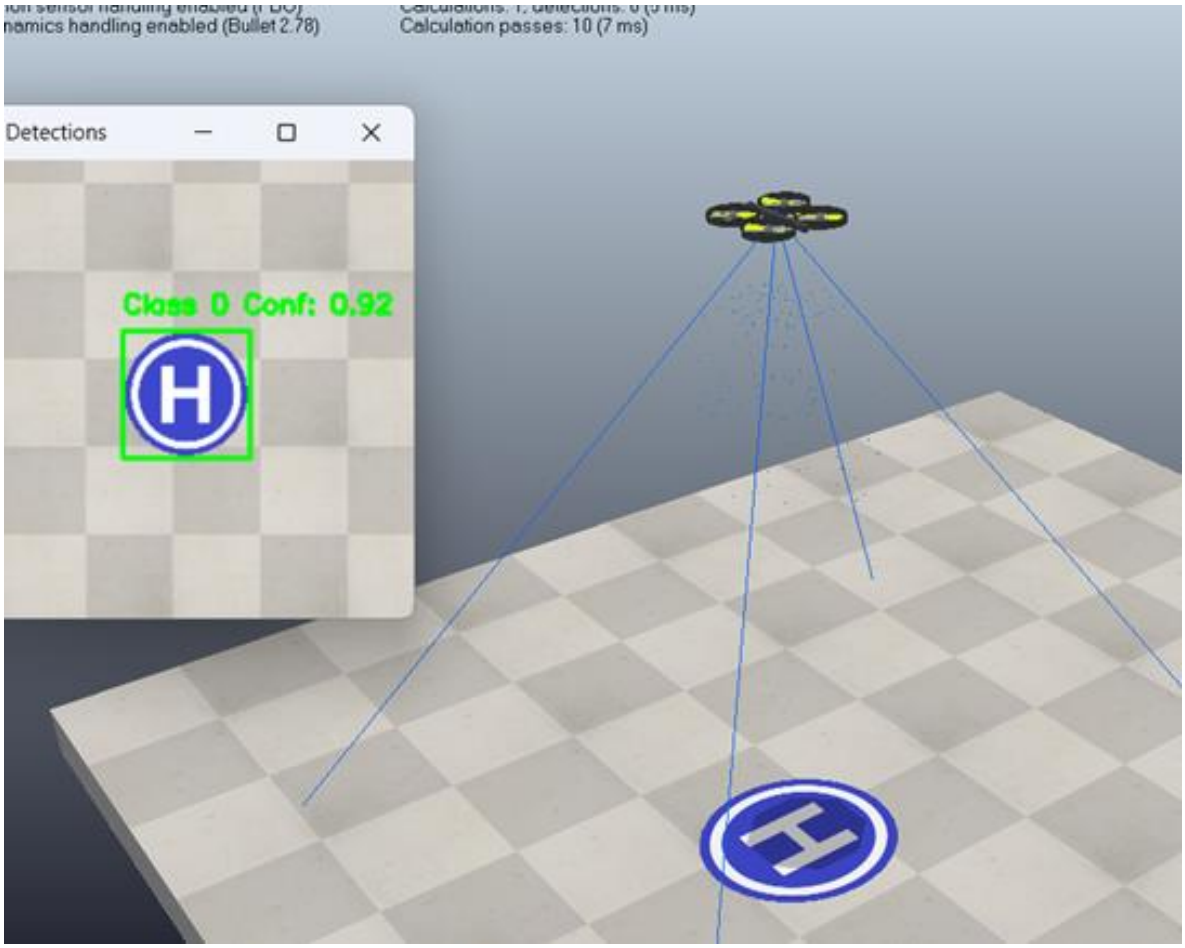


Рис. 4. Дрон в симуляции, который прицелился к месту посадки.

Автоматическое снижение и приземление дрона на площадку с меткой показано на рис. 5.

Сцена демонстрирует заключительный этап автоматической посадки, где дрон успешно выполнил точное приземление на целевую площадку. В левом верхнем углу изображения отображается окно с результатами распознавания объектов, в котором видна метка площадки для посадки. Система компьютерного зрения помогла дрону точно определить место приземления и обеспечить безопасное завершение посадки.

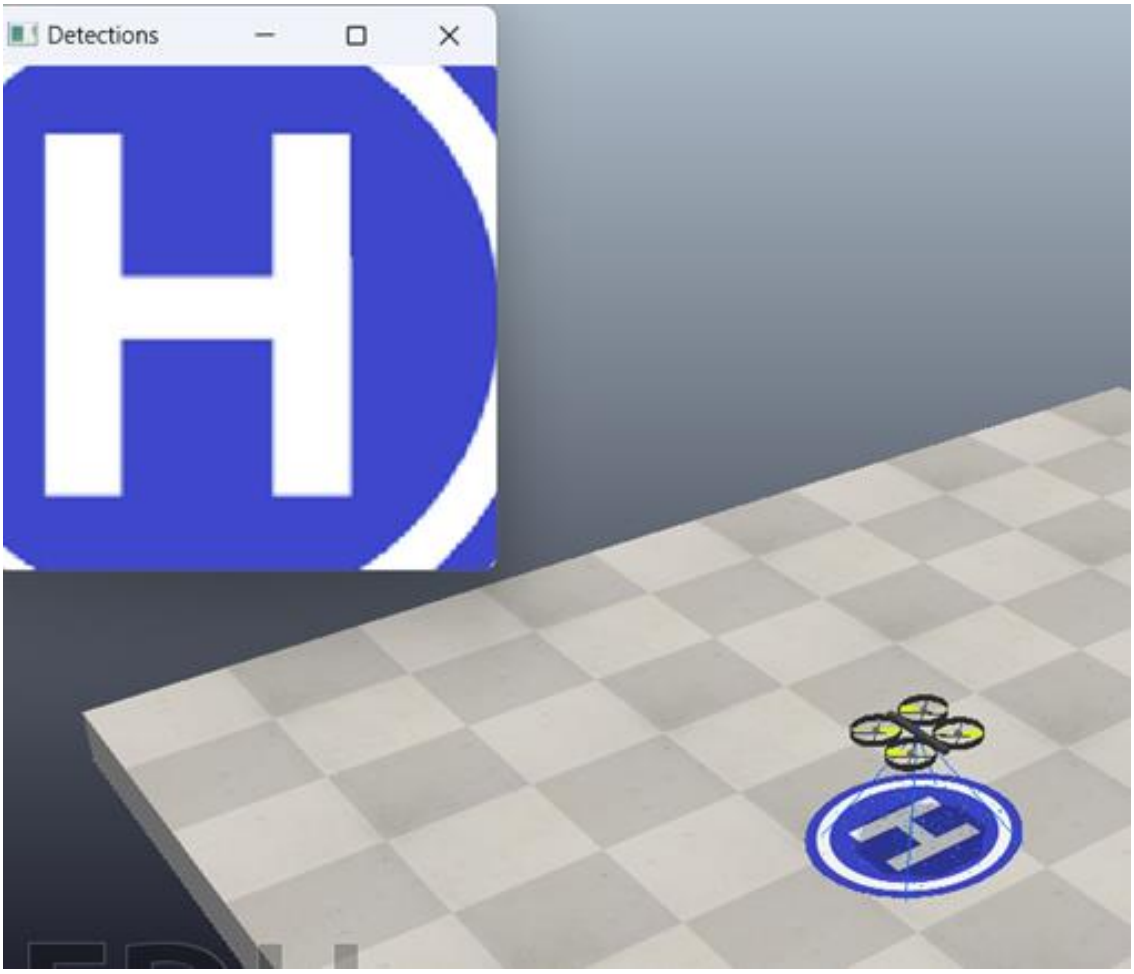


Рис. 5. Дрон в симуляции, который прицелился к месту посадки.

Результаты работы продемонстрировали эффективность предложенных алгоритмов для автоматической посадки дрона с использованием методов компьютерного зрения. Проведенные симуляции подтвердили высокую точность и надежность разработанной системы, позволяющей успешно решать задачи безопасного приземления БПЛА.

Источники

1. Сергушов И. В. и др. Осуществление посадки беспилотного летательного аппарата на неподготовленную посадочную площадку с применением системы лазерных излучателей // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». 2018. Т. 1. С. 135-139.

2. Farley A., Wang J., Marshall J. A. How to pick a mobile robot simulator: A quantitative comparison of CoppeliaSim, Gazebo, MORSE and Webots with a focus on accuracy of motion //Simulation Modelling Practice and Theory. 2022. Т. 120. С. 102629.

УДК 519.7

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУКАХ

Гафиятуллина Алина Альбертовна, Якупов Зуфар Ясавеевич
КГЭУ, г. Казань, Россия
alina2680511@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена применению дискретной математики в компьютерных науках. Рассмотрены ключевые аспекты использования дискретной математики в разработке алгоритмов и структур данных, а также её роль в работе с графами и деревьями. Особое внимание уделено практическому применению графов для решения задач поиска кратчайшего пути, анализа сетей и оптимизации, а также использованию деревьев в структурах данных, файловых системах, синтаксическом анализе и машинном обучении. Статья подчеркивает важность дискретной математики как основы для создания эффективных и инновационных решений в программировании и компьютерных науках.

Ключевые слова: дискретная математика, алгоритмы, структуры данных, графы, деревья, комбинаторика, теория множеств, оптимизация, машинное обучение, программирование.

APPLICATION OF DISCRETE MATHEMATICS IN COMPUTER SCIENCE

Alina A. Gafiyatullina, Zufar Y. Yakupov
KSPEU, Kazan, Russia
alina2680511@gmail.com

Abstract. The article focuses on the application of discrete mathematics in computer science. It explores the key aspects of using discrete mathematics in the development of algorithms and data structures, as well as its role in working with graphs and trees. Special attention is given to the practical application of graphs for solving problems such as finding the shortest path, network analysis, and optimization, as well as the use of trees in data structures, file systems, syntactic analysis, and machine learning. The article emphasizes the importance of discrete mathematics as a foundation for creating efficient and innovative solutions in programming and computer science.

Keywords: discrete mathematics, algorithms, data structures, graphs, trees, combinatorics, set theory, optimization, machine learning, programming.

Дискретная математика является фундаментальной областью знаний, которая играет ключевую роль в развитии компьютерных наук. Её методы и концепции широко применяются при проектировании алгоритмов, разработке

структур данных, анализе сложности вычислений и решении множества других задач. В данной статье мы рассмотрим, как дискретная математика используется в алгоритмах и структурах данных, а также как графы и деревья применяются в программировании.

Дискретная математика изучает объекты, которые могут принимать только отдельные, изолированные значения. Это делает её идеальной основой для разработки алгоритмов, которые работают с дискретными данными, такими как числа, строки, графы и другие структуры [1].

Одним из ключевых понятий дискретной математики, используемых в алгоритмах, является теория множеств. Множества позволяют описывать коллекции элементов, что полезно при работе с данными, например, при удалении дубликатов или проверке принадлежности элемента к определённой группе [2].

Другим важным понятием является комбинаторика, которая изучает способы подсчёта, упорядочивания и выбора элементов. Комбинаторные методы используются в алгоритмах для генерации перестановок, сочетаний и размещений, что часто требуется в задачах оптимизации и поиска.

Структуры данных, такие как массивы, списки, стеки, очереди и хэш-таблицы, тесно связаны с концепциями дискретной математики. Например, массивы можно рассматривать как конечные последовательности, а списки — как линейно упорядоченные множества [2].

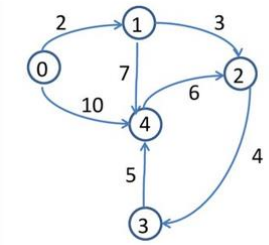
Хэш-таблицы основаны на идеях теории функций и отображений, где каждый ключ отображается в определённое значение. Это позволяет эффективно хранить и извлекать данные, что особенно важно в задачах, требующих быстрого поиска.

Деревья и графы, которые мы рассмотрим подробнее далее, также являются примерами структур данных, основанных на дискретной математике. Они используются для представления иерархий, сетей и других сложных отношений между объектами.

Граф — это математическая структура, состоящая из множества вершин (узлов) и рёбер, соединяющих эти вершины. Графы широко используются в компьютерных науках для моделирования различных систем и процессов, таких как социальные сети, транспортные системы, компьютерные сети и многое другое [2, 3].

Применение графов в программировании:

1. Одной из самых известных задач, решаемых с помощью графов, является поиск кратчайшего пути между двумя вершинами. Алгоритмы, такие как алгоритм Дейкстры и алгоритм Флойда-Уоршелла, основаны на теории графов и используются в навигационных системах, маршрутизации данных и других приложениях [2, 3].



№	S	w	D[w]	D[1]	D[2]	D[3]	D[4]
0	{0}	-	-	2	+∞	+∞	10
1	{0, 1}	1	2	2	5	+∞	9
2	{0, 1, 2}	2	5	2	5	9	9
3	{0, 1, 2, 3}	3	9	2	5	9	9
4	{0, 1, 2, 3, 4}	4	9	2	5	9	9

Рис. 1. Алгоритм Дейкстры. Пример

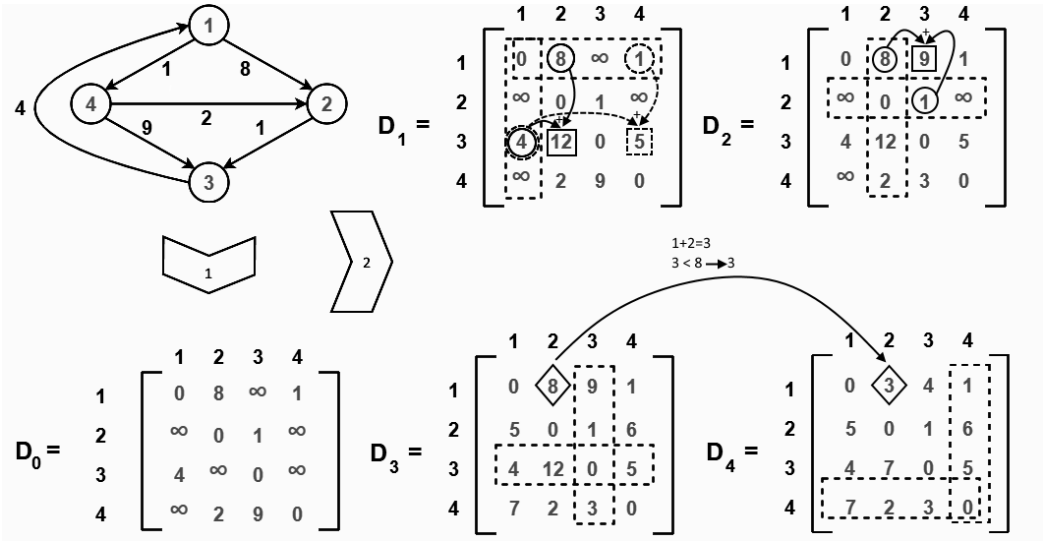


Рис. 2. Алгоритм Флойда-Уоршелла. Пример

2. Графы используются для анализа социальных сетей, где вершины представляют пользователей, а рёбра — связи между ними. Это позволяет находить сообщества, определять влиятельных пользователей и анализировать распространение информации.

3. Многие задачи оптимизации, такие как задача коммивояжёра, могут быть представлены в виде графов. Решение таких задач требует применения методов дискретной математики, включая перебор и динамическое программирование.

4. Графовые базы данных, такие как Neo4j, используют графы для хранения и обработки данных. Это позволяет эффективно работать со сложными взаимосвязями между объектами, что особенно полезно в социальных сетях, рекомендательных системах и других приложениях.

Дерево — это связный ациклический граф, который имеет иерархическую структуру. Деревья широко используются в компьютерных науках благодаря их простоте и эффективности в представлении иерархических данных [2].

Применение деревьев в программировании:

1. Двоичные деревья поиска (BST) используются для хранения и поиска данных. Они позволяют эффективно выполнять операции вставки, удаления и поиска со средней сложностью O(log n). Это делает их идеальными для реализации словарей и множеств [3].

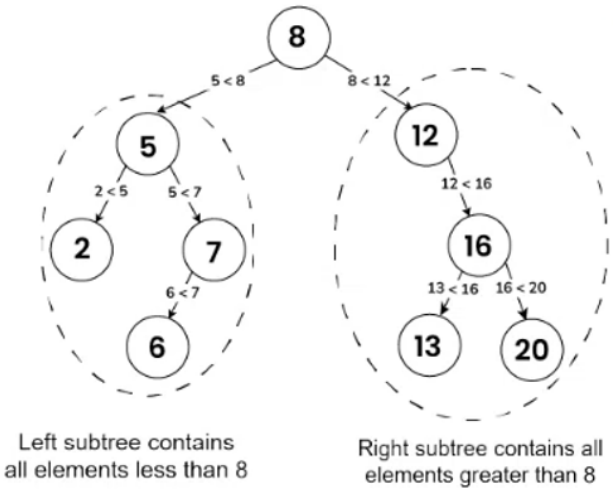


Рис. 3. Двоичное дерево поиска. Пример

2. Для улучшения производительности в случаях, когда дерево может стать несбалансированным, используются сбалансированные деревья, такие как AVL-деревья и красно-чёрные деревья. Они автоматически поддерживают баланс, что гарантирует эффективность операций.

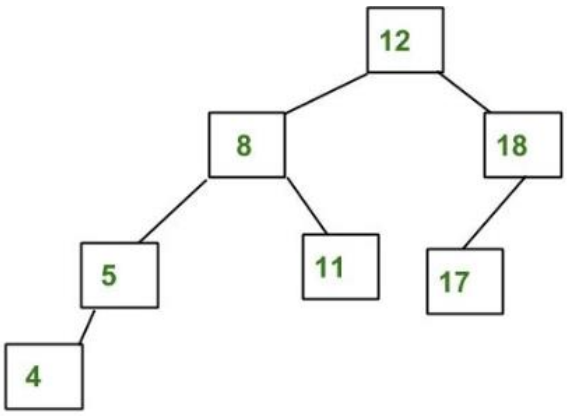


Рис. 4. AVL-дерево. Пример

3. Файловые системы часто представляются в виде деревьев, где каждая папка является узлом, а файлы — листьями. Это позволяет эффективно организовывать и управлять данными.

4. В компиляторах и интерпретаторах деревья используются для представления синтаксической структуры программ. Абстрактные синтаксические деревья (AST) позволяют анализировать и оптимизировать код.

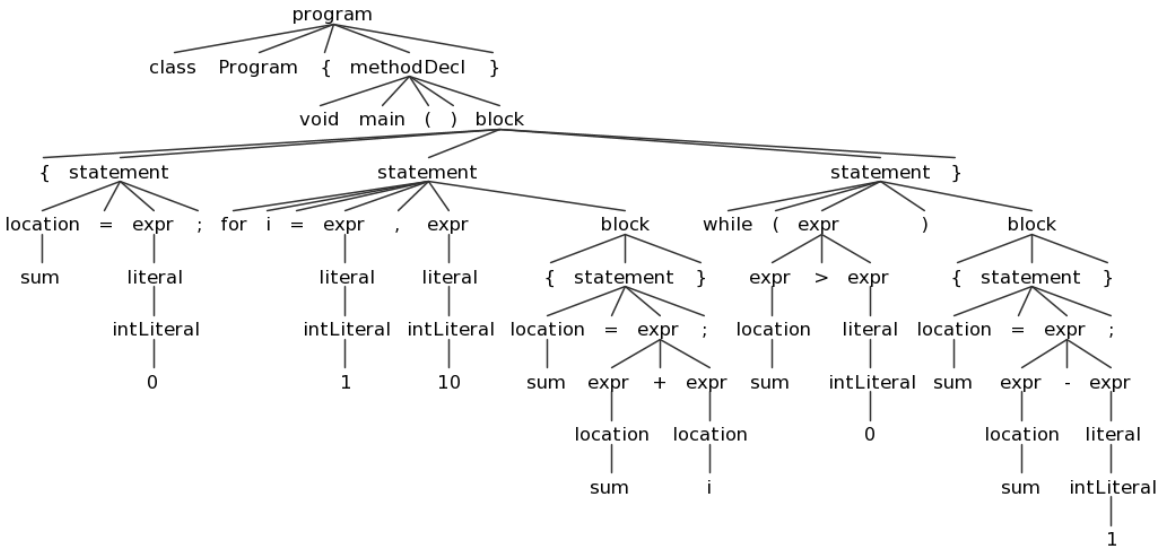


Рис. 5. AST-дерево. Пример

5. Деревья решений используются в машинном обучении для классификации и регрессии. Они позволяют моделировать сложные зависимости между данными, что делает их мощным инструментом для анализа.

Дискретная математика является неотъемлемой частью компьютерных наук. Её методы и концепции лежат в основе разработки алгоритмов, структур данных, анализа графов и деревьев. Понимание этих принципов позволяет создавать эффективные и оптимизированные программы, решать сложные задачи и разрабатывать инновационные приложения.

В будущем роль дискретной математики в компьютерных науках будет только возрастать, так как сложность задач и объёмы данных продолжают увеличиваться. Поэтому изучение этой области остаётся важным для любого специалиста в области информационных технологий.

Источники

1. Чигин Е.Е. Дискретная математика и информатика / Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 4–3. С. 84–86.

2. Ахо А.В., Ульман Дж.Д., Хопкрофт Д.Е. Структуры данных и алгоритмы / Вильямс. 2018. С. 77–183. –ISBN 978-5-6041393-6-3.

3. Липский В. Комбинаторика для программистов / Мир. 2008. С. 94–127. –ISBN 5-03-000979-5.

УДК 551.5

РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Гиматдинов Ильнас Расимович
КГЭУ, г. Казань, Россия
Ilnas.gimatdinov@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы к разработке динамических моделей прогнозирования климатических изменений, актуальность которых особенно велика для России. Основное внимание уделяется российским моделям, таким как ПЛАВ10 и климатическая модель ИВМ РАН, которые характеризуются высоким разрешением, инновационными алгоритмами и способностью воспроизводить сложные климатические процессы. Описаны этапы создания моделей, методы их валидации и результаты моделирования, включая успешное воспроизведение основных климатических характеристик и событий. Подчеркивается значимость таких моделей для решения научных и практических задач, адаптации к меняющемуся климату и разработки стратегий устойчивого развития страны.

Ключевые слова: динамические модели, климатические изменения, прогнозирование климата, устойчивое развитие моделирование стратосферы**,** адаптация к изменениям климата.

DEVELOPMENT OF DYNAMIC MODELS FOR CLIMATE CHANGE FORECASTING

Gimatdinov Ilnas Rasimovich
KSPEU, Kazan, Russia
Ilnas.gimatdinov@mail.ru

Annotation. The article considers modern approaches to the development of dynamic models for forecasting climate change, the relevance of which is especially great for Russia. The main attention is paid to Russian models, such as PLAV10 and the IWM RAS climate model, which are characterised by high resolution, innovative algorithms and ability to reproduce complex climatic processes. The stages of model development, methods of their validation, and results of modelling, including successful reproduction of key climate characteristics and events, are described. The significance of such models for solving scientific and practical problems, adapting to a changing climate and developing strategies for sustainable development of the country is emphasised.

Keywords: dynamic models, climate change, climate forecasting, sustainable development stratospheric modelling, adaptation to climate change.

Динамические модели прогнозирования климатических изменений представляют собой сложные физико-математические инструменты, позволяющие на основе фундаментальных законов физики моделировать поведение климатической системы в различных временных и пространственных масштабах. Разработка таких моделей приобретает особую актуальность для России, где темпы потепления в 3 раза превышают среднемировые показатели, а интенсивнее нагреваются на Севере. Эффективное прогнозирование климатических изменений критически важно для разработки стратегий устойчивого развития страны и адаптации к меняющимся условиям окружающей среды.

Системы глобального детерминистического и ансамблевого прогнозирования климата сейчас переживают период интенсивного развития [1]. Среди них выделяется система ПЛАВ10, которая характеризуется впечатляющим горизонтальным разрешением – 0.1° по долготе и изменяющимся разрешением по широте (от 0.13° во внетропической зоне Южного полушария до 0.08° в средних широтах Северного полушария). Модель имеет 104 вертикальных уровня с верхней границей 0.04 гПа, что обеспечивает точное моделирование атмосферных явлений на разных высотах. Глобальная гидростатическая модель атмосферы ПЛАВ, используемая Гидрометцентром России для оперативных среднесрочных и долгосрочных прогнозов, состоит из двух ключевых компонентов: компонента для решения уравнений гидротермодинамики атмосферы и компонента параметризаций подсеточных процессов. Динамический компонент модели использует оригинальную формулировку в терминах вертикального компонента абсолютной завихренности и горизонтальной дивергенции, применяя новаторские вычислительные алгоритмы, что обеспечивает высокую точность прогнозирования [2].

В Институте вычислительной математики РАН разработана версия модели климата для участия в международной программе сравнения CMIP6. Новшеством данной версии является интерактивный расчет концентрации основных аэрозолей и прогностический расчет балла и водности облаков. Разрешение модели составляет в атмосфере 2x1.5° по долготе и широте с 73 уровнями до высоты 60 км, а в океаническом компоненте –0.5x0.25° с 40 вертикальными уровнями. Планируется дальнейшее расширение функциональности модели путем включения компонентов динамики ионосферы и ледниковых щитов. Разработка динамических климатических моделей состоит из двух ключевых этапов: подготовки и непосредственного моделирования. На подготовительном этапе, который проводится вне моделирующей среды, происходит определение целей и требований, проектирование структуры, формулирование математических уравнений для описания физических процессов и сбор параметрических данных. Этот этап является решающим, так

как корректно поставленная цель обеспечивает выбор соответствующих инструментов моделирования.

Этап создания модели начинается после завершения подготовительных работ и реализуется непосредственно в среде моделирования. Он охватывает разработку и отладку компонентов, их объединение в единую систему, тестирование и, когда возможно, сопоставление результатов с фактическими данными для проверки достоверности модели. Учитывая комплексность современных климатических моделей, их создание требует коллаборации экспертов из разных научных областей, включая физику, математику и программирование.

Российские динамические модели климата отличаются рядом инновационных особенностей, позволяющих учитывать специфику климатических процессов на территории страны. Блок параметризаций модели ПЛАВ содержит алгоритмы, созданные консорциумом ALADIN/LACE для мезомасштабного прогнозирования погоды, а также включает специальные коды для вычисления коротко- и длинноволновой радиации, обеспечивающие точный расчет радиационного баланса. Важным шагом в совершенствовании модели ПЛАВ стало улучшение расчета вертикального переноса импульса при глубокой конвекции, что решило проблему «раздвоения» внутритропической зоны конвергенции и повысило точность моделирования среднегодовых осадков. Применение этого улучшения в версии с горизонтальным разрешением 11 км у экватора значительно уменьшило ошибки прогнозирования в тропиках, практически исключив среднюю ошибку прогноза температуры на уровне 500 гПа во время оперативных испытаний. Система ПЛАВ10 применяет современные методы усвоения наблюдательных данных, включая 3D-Var, схемы ISBA для описания поверхности и схемы CLIRAD SW и RRTMG LW1 для описания радиационных потоков. Для анализа температуры морской поверхности используется современный набор данных OSTIA, а для обработки данных о земной поверхности - метод ISBA [3].

Для проверки точности климатических моделей проводится сопоставление смоделированных результатов с наблюдательными данными за разные временные периоды. Атмосферный компонент климатической модели Института вычислительной математики РАН прошел тестирование на способность воспроизводить ключевые динамические процессы в стратосфере внетропических широт Северного полушария. Тестирование охватывало период 1979-2008 гг., а результаты сравнивались с данными реанализов NCEP-R и Era-Interim.

В ходе моделирования использовались ежемесячные наблюдения за температурой поверхности океана и площадью морского льда, а концентрации радиационно-активных газов были заданы согласно историческим измерениям.

Результаты исследования подтвердили, что модель достоверно отражает сезонную динамику температуры и зонального ветра в стратосфере, хотя наибольшие расхождения наблюдались в зимний период в полярных областях Арктики и Антарктики.

Модель также успешно воспроизводит сезонные изменения, широтную структуру и значения среднезонального меридионального теплового потока. Исследователи выявили корреляцию между меридиональным потоком тепла в высоких северных широтах нижней стратосферы в январе-феврале и температурой полярной стратосферы в феврале-марте, что соответствует зависимости, ранее обнаруженной в данных реанализа [4].

Климатические модели находят применение в разнообразных научно-практических областях. Для российской науки особенно важными направлениями в изучении климата являются: исследование природной изменчивости климатических условий, анализ долговременных колебательных процессов, оценка предсказуемости климатической системы в различных временных интервалах, а также изучение экстремальных климатических событий. Значительные усилия направлены на уточнение численных показателей факторов климатических изменений, в том числе исследование источников и поглотителей парниковых газов, а также влияния аэрозольных частиц на климат [5].

Будущее развитие динамических климатических моделей в России ориентировано на улучшение пространственного разрешения, оптимизацию параметризаций процессов на подсеточном уровне и расширение компонентного состава климатической системы. В планах стоит разработка интегрированной климатической модели, базирующейся на текущей оперативной модели прогнозирования погоды ПЛАВ, с добавлением моделей, описывающих динамику ионосферы и ледниковых щитов [6].

Требует совершенствования также воспроизведение планетарных волн, особенно в Северном полушарии, где амплитуда волны с зональным числом 1 в текущих моделях занижена примерно на 30% по сравнению с данными наблюдений. Решение этих проблем позволит значительно повысить точность климатических прогнозов, особенно для средних и высоких широт Северного полушария, где располагается большая часть территории России. Разработка динамических моделей для прогнозирования климатических изменений является стратегически важным направлением научных исследований в России. Современные российские модели демонстрируют высокий уровень точности в воспроизведении многих климатических процессов и активно используются как для оперативного прогнозирования погоды, так и для долгосрочного моделирования климатических изменений. Учитывая выраженный тренд потепления на территории России, значительно превышающий среднемировые

показатели, дальнейшее совершенствование динамических моделей климата приобретает особую актуальность. Это позволит не только улучшить понимание процессов, происходящих в климатической системе, но и обеспечить более эффективное планирование адаптационных мероприятий в различных секторах экономики, включая сельское хозяйство, энергетику, строительство и транспорт, а также разработать научно обоснованные стратегии устойчивого развития страны в условиях меняющегося климата.

Источники

1. Ильина Д.И., Зарипова Р.С. Применение ансамблевого обучения для предсказательной аналитики // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 837-840.

2. Толстых М.А., Желен Ж.-Ф., Володин Е.М., Богословский Н.Н., Вильфанд Р.М., Киктев Д.Б., Красюк Т.В., Кострыкин С.В., Мизяк В.Г., Фадеев Р.Ю., Шашкин В.В., Шляева А.В., Эзау И.Н., Юрова А.Ю. Разработка многомасштабной версии глобальной модели атмосферы ПЛАВ // Метеорология и гидрология. 2015. №6. С. 25-35.

3. Шашкин В.В., Толстых М.А. Модификация параметризации глубокой конвекции в модели атмосферы ПЛАВ // Метеорология и гидрология. 2018. № 11. С. 89-98.

4. Володин Е.М., Мортиков Е.В., Кострыкин С.В., Галин В.Я., Лыкосов В.Н., Грицун А.С., Дианский Н.А., Гусев А.В., Яковлев Н.Г. Воспроизведение современного климата в новой версии модели климатической системы ИВМ РАН // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2018. Т. 54. № 2. С. 137-157.

5. Катцов В.М., Мелешко В.П. Современные приоритеты фундаментальных исследований климата // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2021. № 600. С. 7-43.

6. Толстых М.А., Шашкин В.В., Фадеев Р.Ю., Шляева А.В., Мизяк В.Г., Рогутов В.С., Богословский Н.Н., Гойман Г.С., Махнорылова С.В., Юрова А.Ю. Система моделирования атмосферы для бесшовного прогноза // Москва: Триада ЛТД. 2017. 166 с.

УДК 681-5.015

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫМ МАНИПУЛЯТОРОМ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЗАХВАТА ОБЪЕКТОВ С ДВИЖУЩЕЙСЯ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ

Горина Ева Дмитриевна, Семенов Александр Владимирович
ФГБОУ ВО «ПетрГУ», г. Петрозаводск, Россия
eve.grna@bk.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается разработка математической модели для управления роботизированным манипулятором Yahboom Dofbot, предназначенного для автоматизированного захвата объектов с движущейся конвейерной ленты. В основе модели лежит аналитическое решение прямой и обратной задач кинематики, что позволяет с высокой точностью определять координаты рабочего инструмента манипулятора. Предложенный метод расчета основан на использовании параметров Денавита–Хартенберга (DH) и аналитических выражений для нахождения углов поворота звеньев манипулятора. Результаты моделирования подтверждают эффективность предложенного подхода, позволяя манипулятору адаптироваться к динамическим изменениям в рабочей зоне.

Ключевые слова: роботизированная рука, Yahboom Dofbot, конвейер, расчет положения приводов, захват движущихся объектов, робототехника, прямая и обратная задачи кинематики, математическая модель.

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL CONTROL MODEL FOR A ROBOTIC ARM FOR AUTOMATED GRABBING OBJECTS FROM A MOVING CONVEYOR BELT

Gorina Eva Dmitrievna, Semenov Alexandr Vladimirovich
PetrSU, Petrozavodsk, Russia
eve.grna@bk.ru

Abstract. This research discusses the development of a mathematical model for controlling the Yahboom Dofbot robotic manipulator, designed for automated object grasping from a moving conveyor belt. The model is based on an analytical solution to the direct and inverse kinematics problems, enabling high-precision determination of the manipulator's end-effector coordinates. The proposed calculation method relies on the Denavit–Hartenberg (DH) parameters and analytical expressions for determining the joint angles of the manipulator. Simulation results confirm the effectiveness of the proposed approach, allowing the manipulator to adapt to dynamic changes in the working environment.

Keywords: robotic arm, Yahboom Dofbot, conveyor, calculating the position of drives, capturing moving objects, robotics, direct and inverse kinematics problems, mathematical model.

Целью исследования является анализ и разработка методов решения обратной задачи кинематики для роботизированной руки с шестью степенями свободы, обеспечивающих точное и устойчивое позиционирование захвата при взаимодействии с объектами, движущимися по конвейерной ленте. Результаты работы использованы для выбора наиболее эффективного метода решения для быстрого и точного позиционирования манипулятора в реальном времени. Особое внимание уделено оптимизации траекторий движения и снижению времени реакции системы, что способствует повышению общей производительности [1].

Объектом исследования является роботизированная рука Yahboom Dofbot Robotic Arm [2] на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi 4B с шестью степенями свободы и встроенной камерой. Наличие процессора и 8 гигабайтов оперативной памяти позволяет интегрировать в разрабатываемые программы сложные алгоритмы, требующие больших и быстрых вычислений, включая нейронные сети.

Проблема расчета положений приводов при захвате и перемещении объектов сводится к решению прямой и обратной задач кинематики. Первая позволяет найти координаты положения и ориентации рабочего инструмента в пространстве при известных геометрических параметрах робототехнической системы, а вторая, наоборот, позволяет получить набор всех возможных углов поворота звеньев робота при известных целевых координатах [1].

Для решения и анализа обратной задачи кинематики (ОЗК) можно использовать разные методы и их комбинации. Все методы можно разделить на две группы: точные аналитические методы и приближенные численные методы с некоторой погрешностью [3]. Аналитические методы позволяют выбрать наилучший вариант из нескольких возможных, например, с минимальной затратой энергии или с наименьшими отклонениями, в то время как численные методы могут не сходится к решению и требовать точной начальной оценки. Часто аналитические решения. Однако аналитические методы не всегда применимы из-за сложности и многозначности, например, в ситуации, когда для описания кинематики механизма не удается получить простые аналитические выражения.

Одним из наиболее успешных и широко используемых аналитических методов для работы с кинематикой манипулятора является метод Денавита - Хартенберга [4]. Матрица Денавита – Хартенберга (DH) является стандартным и удобным способом описания кинематики робота, а сам метод показывает высокую эффективность для конкретных движений робота-манипулятора.

Метод основан на привязке координатной рамки к каждому звену и определении четырех параметров для каждого соединения, и использовании этих параметров для построения таблицы DH. В итоге получается матрица преобразования между различными координатными рамками. Основная цель состоит в том, чтобы контролировать положение и ориентацию исполнительного механизма или захватного устройства в рабочей области. Параметры DH исследуемой роботизированной руки представлены на рис. 1.

К каждому звену привязывается система координат, чтобы определить его конфигурацию в соседних плечах, используя уравнение движения твердого тела. Получившиеся параметры Денавита-Хартенберга представлены в табл. 1. Матрицы преобразования однородных координат получаются из матриц, описывающих поворот звеньев относительно друг друга и векторов, описывающих геометрические параметры звеньев.

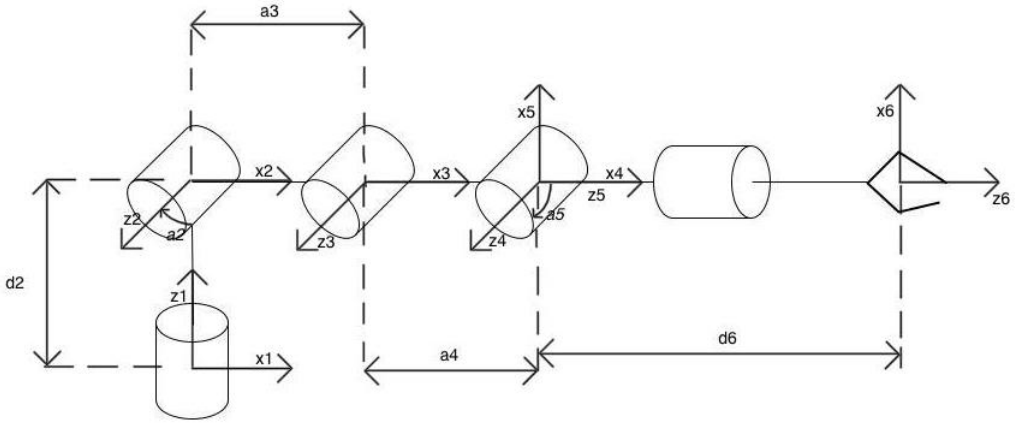


Рис 1. DH-параметры.

Таблица 1. Параметры DH шести осевого манипулятора.

Звено	a_i, мм	α_i, град	d_i, мм	θ_i, град
1	0	-90	82	90
2	33	0	0	-90
3	83	0	0	90
4	83	-90	0	0
5	0	0	187	0

Итоговая матрица, связывающая все системы координат, получается в результате последовательного перемножения.

Аналитический разбор матрицы преобразования означает, что необходимо выразить параметры DH через её элементы. Координаты конца манипулятора (последний столбец) связаны с углами через геометрические зависимости и теорему косинусов. Для нахождения координат рабочего органа манипулятора необходимо подставить вычисленные уравнения углов конца манипулятора в уравнения присоединенных переменных.

В результате решена система уравнений, позволяющая выразить присоединенные переменные через заданные координаты [5].

После проведения кинематического анализа робототехнической системы для решения задач прямой и обратной кинематики соответствующие алгоритмы были реализованы на языке программирования python для управления положением роботизированной руки при захвате движущихся объектов на конвейерной ленте. Структурная схема процесса решения ОЗК представлена на рис. 2.

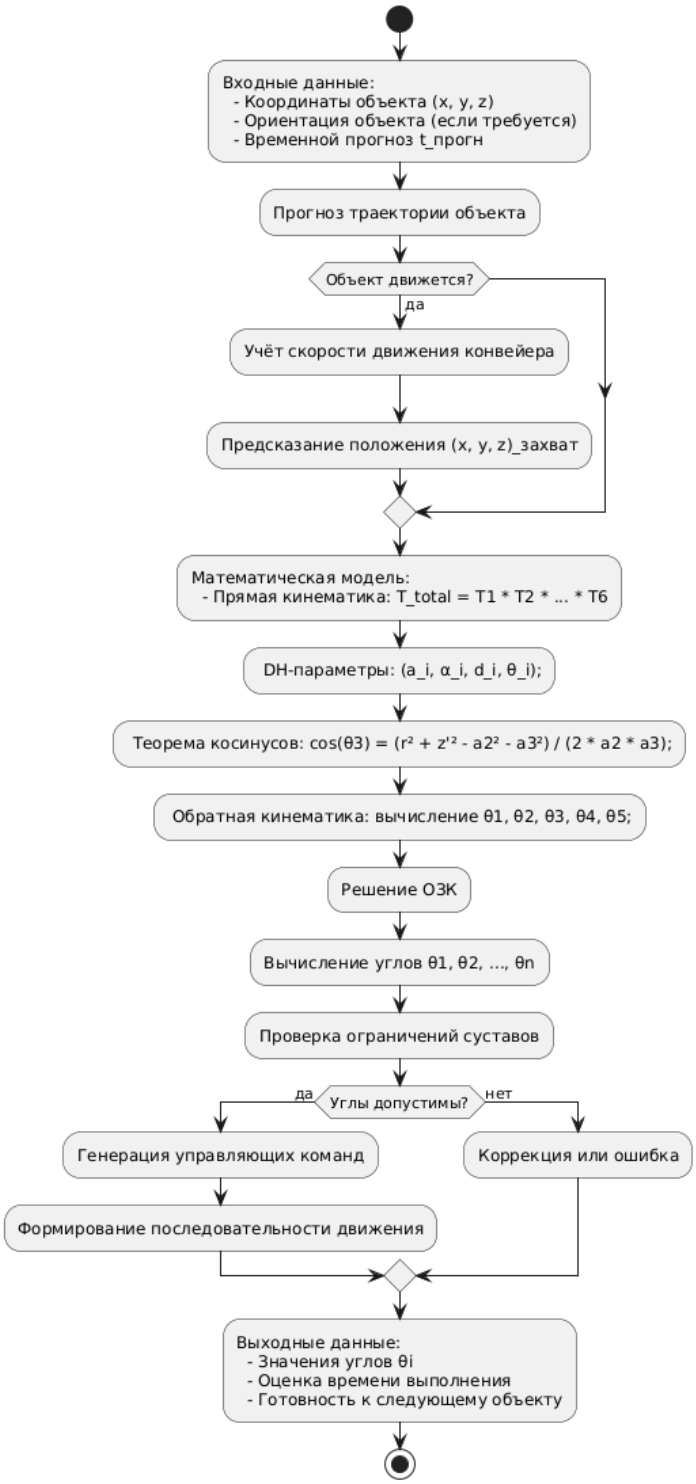


Рис. 2. Структурная схема

Для определения ориентации звеньев робота для захвата объекта с движущейся конвейерной ленты на вход функции, решающей ОЗК, необходимо передать координаты будущего положения объекта, которые он достигнет за время обработки роботом данных и за время, затрачиваемое на движение робота непосредственно к цели.

Основные способы решения, предложенные в источниках [6] и [7] для расчета будущих координат объекта на движущейся конвейерной ленте и его захвата, включают в себя несколько ключевых методов. Например, алгоритмы трекинга объектов используют оптический поток для отслеживания изменения положения объекта в реальном времени, а фильтр Калмана, устойчивый к системным шумам, позволяет предсказать будущие координаты объекта при его нестабильном движении. Существует также предсказательное управление. Математические модели предсказания для определения будущих координат объекта строятся на основе текущего положения и скорости его движения. Будущее положение объекта предсказываются исходя из уравнения движения:

$$y = y_0 + v\Delta t,$$

где y – положение объекта по оси y через Δt, y_0 – текущее положение объекта по оси y, v – скорость движения конвейерной ленты, Δt – шаг времени.

Сравнение экспериментальных данных представлено в табл. 2.

Таблица 2. Результаты работы модели

№	Заданные параметры, град.	Реальное положение конца манипулятора, [x; y; z]	Кол-во итераций	Результат вычисления, [x; y; z]	Средняя ошибка [x, y, z]
1	[90, -90, 90, 0, 0]	[0.33; 1.84; 0.83]	6	[0.32987599, 1.847, 0.829046]	[0.000124, 0.007, 0.000954]
2	[50, -90, 86, 0, 0]	[1.53, 1.1, 0.833]	12	[1.53569659, 1.11661153, 0.83257779]	[0.005697, 0.016612, 0.000422] (RMSE = 0.01)
3	[116, 0, -50, 0, 0]	[0.6, 1.98, 0.85]	11	[0.60610222, 1.98368742, 0.85878499]	[0.006102, 0.003687, 0.008785] (RMSE = 0.01)

Основными преимуществами разработанной математической модели являются высокая вычислительная эффективность, точность и однозначность получаемых решений. Используемый метод аналитического решения с помощью теоремы косинусов позволяет быстро вычислять углы суставов манипулятора,

что критично для работы в реальном времени при захвате движущихся объектов. Однако модель имеет ряд ограничений. Например, возможны ошибки в сингулярных положениях, когда суставы манипулятора выстраиваются в одну линию, вызывая потерю степеней свободы. Кроме того, в некоторых случаях модель может выдавать углы, выходящие за физические ограничения суставов, что требует дополнительной проверки.

Разработанная математическая модель может быть адаптирована для других манипуляционных систем с аналогичной кинематической структурой.

Источники

1. Горина Е.Д., Семенов А.В. Расчет положения сервоприводов роботизированной руки для захвата объектов с движущейся конвейерной ленты // Цифровые технологии в образовании, науке, обществе: материалы XVIII Всероссийской науч.-практ. конф. Петрозаводск, 2024. С. 35–39.

2. Yahboom Dofbot-Pi [Электронный ресурс]. URL: http://www.yahboom.net/study/Dofbot-Pi (дата обращения: 01.11.24).

3. Голомаздин П.И., Дмитроченко О. Н. Программная реализация решения обратной задачи кинематики шестизвенного манипулятора // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2022. №3 (17). С. 34-45.

4. Подкорытов Д. Д. Применение метода Денавита–Хартенберга в эксплуатации робототехники // Инновационные научные исследования: гуманитарные и точные науки: Сборник материалов X-ой международной очно-заочной научно-практической конференции. Москва: Научно-издательский центр "Империя", 2022. С. 122–128.

5. Надёжина С.Э., Капистер М.А., Ковыршин С.В., Круглов С.П. Кинематическая модель роботизированного манипулятора Dobot Magician [Электронный ресурс] // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. 2021. №1. URL: https://mnv.irgups.ru/toma/111-2021 (дата обращения: 07.06.2021).

6. Craig J.J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, 2005. 400 p. ISBN 0-201-54361-3.

7. Feng C., Tian S. Application of Robot Dynamic Tracking Predictive Control in Mechanical Control Engineering Course // Advances in Computer, Signals and Systems. 2024. Vol. 8, №6. DOI: 10.23977/acss.2024.080601. ISSN 2371-8838.

УДК 536

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОМ КАНАЛЕ С УЧЕТОМ ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ

Губарева Кристина Владимировна
ФГБОУ ВО «СамГТУ», г. Самара, Россия
r.kristina2017@mail.ru

Аннотация. Исследование теплопереноса в высокоскоростных потоках жидкости требует учета вклада вязкостной диссипации энергии, которая проявляется в виде теплоты трения, особенно в приграничных областях течения. Актуальность задачи обусловлена необходимостью точного прогнозирования температурных полей в инженерных системах, где даже в условиях турбулентного режима сохраняется ламинарный подслой с экстремальными градиентами скорости, приводящими к значительному тепловыделению. В данной работе проведено моделирование температурного поля жидкости в плоскопараллельном канале с акцентом на анализ влияния диссипативных процессов на распределение температуры. Математическая постановка задачи выполнена в безразмерных переменных, что позволило универсализировать результаты для широкого спектра геометрических и физических параметров.

Ключевые слова: приближенно-аналитический метод; дополнительная искомая функция; дополнительные граничные характеристики; тепловой поток.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10044, https://rscf.ru/project/23-79-10044/.

HEAT TRANSFER IN A CHANNEL: INFLUENCE OF VISCOUS ENERGY DISSIPATION ON TEMPERATURE FIELDS

Gubareva Kristina Vladimirovna
SamGTU, Samara, Russia
r.kristina2017@mail.ru

Abstract. The study of heat transfer in high-speed fluid flows requires taking into account the contribution of viscous energy dissipation, which manifests itself as friction heat, especially in the boundary regions of the flow. The relevance of the problem is due to the need to accurately predict temperature fields in engineering systems, where even under turbulent conditions, a laminar sublayer with extreme velocity gradients is preserved, leading to significant heat release. In this paper, the temperature field of a fluid in a plane-parallel channel is simulated with an emphasis on the analysis of the influence of dissipative processes on the temperature distribution. The

mathematical formulation of the problem is performed in dimensionless variables, which made it possible to universalize the results for a wide range of geometric and physical parameters.

Keywords: effective thermal conductivity; minimum surface Fischer-Koch S; approximate analytical method; additional function; additional boundary characteristics; heat flow; porosity.

The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-79-10044, https://rscf.ru/project/23-79-10044/.

При изучении температурных характеристик жидкостей, движущихся с высокими скоростями, ключевым фактором становится учет тепловыделения, вызванного трением. Данная проблема особенно актуальна при анализе пограничных слоев, где даже в условиях турбулентного течения сохраняется тонкий вязкий подслой. В этой области возникают значительные градиенты скорости, приводящие к генерации теплоты трения, что существенно влияет на температурный режим системы [1, 2]. В представленной работе рассматривается распределение температуры в жидкости, движущейся в цилиндрическом канале, с акцентом на эффекты диссипации энергии.

Математическая модель задачи сформулирована в безразмерных переменных [3]. Уравнение теплопроводности, описывающее температурное поле, имеет вид:

$$\xi\cdot(1-\xi^2)\cdot\frac{\partial\Theta(\xi,\eta)}{\partial\eta}-\frac{\partial\Theta(\xi,\eta)}{\partial\eta}=\xi\cdot\frac{\partial\Theta(\xi,\eta)}{\partial\eta}+B\cdot\xi^3,$$

где $\Theta(\xi,\eta)$ – безразмерная температура, ξ и η – поперечная и продольная координаты соответственно.

Граничные условия заданы следующим образом [4]:

$\Theta(\xi, 0) = 0$ (начальное распределение температуры);

$\frac{\partial\Theta(0,\eta)}{\partial\eta} = 0$ (симметрия на оси канала);

$\Theta(1, \eta) = A$ (постоянная температура на стенке).

Здесь A = const, где $\Delta T = T_0 - T_w$ – разность температур между центром и стенкой канала, $B = 16$ – параметр, связанный с диссипацией энергии.

Для решения задачи использован метод конечных разностей. Аппроксимация дифференциальных операторов выполнена по явной схеме, обеспечивающей устойчивость вычислений. Численные расчеты проведены для значения параметра $A = 1$, что соответствует умеренному тепловому воздействию на стенке канала.

На рис. 1 представлено распределение температуры в канале, полученное в результате расчетов. Анализ данных позволил выявить следующие закономерности: вблизи стенки канала ($\xi \to 1$) наблюдается резкий рост температуры из-за вязкой диссипации энергии; температура в центре канала ($\xi = 0$) монотонно возрастает вдоль продольной координаты η, что связано с накоплением теплоты трения; интенсивность диссипации энергии существенно влияет на форму температурного профиля, приводя к нелинейному распределению тепла.

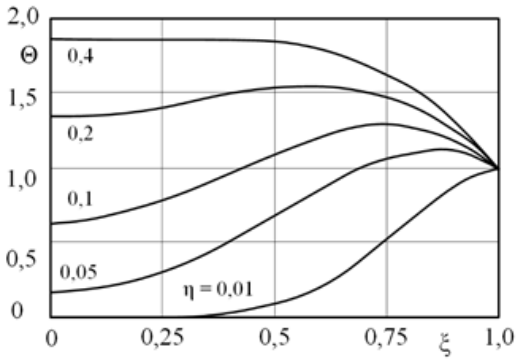


Рис. 1. Температурное поле в канале

Проведенное исследование демонстрирует значимое влияние теплоты трения на формирование температурных полей в плоскопараллельном канале. Установлено, что диссипация энергии вызывает неоднородное распределение температуры, особенно выраженное вблизи стенок. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации систем теплообмена в технических устройствах, работающих в условиях высокоскоростных течений жидкостей. Дальнейшие исследования планируется посвятить анализу влияния турбулентности на параметры диссипации.

Источники

1. Об одном методе решения нестационарных задач теплопроводности с постоянными во времени внутренними источниками теплоты / К. В. Губарева, К. В. Трубицын, А. И. Попов [и др.] // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: труды XXI Международной конференции. Том 1. Самара: ООО «Офорт», 2019. С. 257-261.

2. Моделирование процесса теплообмена в пластине с переменными теплофизическими свойствами / К. В. Губарева, А. И. Попов, С. А. Зинина [и др.] // Научное обозрение. Технические науки. 2020. № 6. С. 52-57.

3. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967. 600 с.

4. Петухов Б.С. Теплообмен и сопротивление при ламинарном течении жидкости в трубах. М.: Энергия, 1967. 412 с.

УДК 372.851

КОМБИНАТОРНЫЕ ЗАДАЧИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ MAPLE

Гуломнабиев Сардор Гуломайдарович
ХПИТТУ, г. Худжанд, Таджикистан
sardor1967@list.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются методы решения комбинаторных задач с использованием системы компьютерной алгебры Maple. Приведены процедуры, которые позволяют составлять задачи с готовыми ответами на подсчет и перечисление всех возможных комбинаторных конфигураций для сочетаний и размещений. Для решения задач без повторений используются стандартные встроенные функции программы, а для задач с повторениями разработаны собственные процедуры для подсчета и генерации всех возможных комбинаторных конфигураций.

Ключевые слова: комбинаторика, Maple, сочетания, размещения, повторения, вычисления, алгоритмы, автоматизация, образовательные технологии

COMBINATORIAL PROBLEMS USING MAPLE

Gulomnabiev Sardor Gulomaidarovich
HPITTU, Khujand, Tajikistan
sardor1967@list.ru

Abstract. This article discusses methods for solving combinatorial problems using the Maple computer algebra system. Procedures are provided that allow you to create problems with ready-made answers for counting and listing all possible combinatorial configurations for combinations and arrangements. To solve problems without repetitions, standard built-in functions of the program are used, and for problems with repetitions, proprietary procedures have been developed for calculating and generating all possible combinatorial configurations.

Keywords: combinatorics, Maple, combinations, placements, repetitions, calculations, algorithms, automation, educational technologies

Комбинаторика – это раздел математики, который изучает способы выбора, упорядочивания и комбинирования объектов при определенных условиях. Этот раздел науки имеет широкое применение в различных областях, таких как теория вероятностей, криптография, информатика, анализ данных и др. Комбинаторные задачи также часто встречаются в олимпиадных заданиях и других практических задачах, где требуется точный подсчет или перечисление всех возможных вариантов.

Задачи комбинаторики можно условно разделить на две основные категории: задачи на пересчет и задачи на перечисление. Задачи на пересчет решаются с помощью формул, и результатом является конкретное число, которое отражает количество возможных вариантов. Задачи на перечисление требуют более детального подхода, поскольку цель состоит не только в подсчете, но и в генерации всех возможных комбинаций. Такие задачи часто встречаются в области вероятностных вычислений, криптографии и теории графов, где важно не только количество возможных вариантов, но и их полное перечисление для дальнейшего анализа.

Современные вычислительные системы и информационные технологии, в частности такие программы, как Maple, значительно облегчают изучение и решение комбинаторных задач. Maple предоставляет мощные инструменты для решения как простых, так и сложных задач, а также для проведения исследовательской работы в области комбинаторики [1].

Особое внимание стоит уделить возможности Maple для создания задач с готовыми ответами, что идеально подходит для контрольных и самостоятельных заданий. Такие инструменты позволяют эффективно генерировать задачи, вычислять ответы и использовать их для образовательных целей.

В Maple имеется специализированный пакет $combinat$, который предоставляет набор встроенных функций для работы с комбинаторными задачами, такими как сочетания, перестановки, разбиения и другие аспекты комбинаторики. Для активации пакета используется команда $with(combinat)$.

Например, сочетания и размещения без повторений легко вычисляются с помощью стандартных функций, таких как $binomial$ для сочетаний и $permutation$ для размещений. Для перечисления всех вариантов, например, всех возможных сочетаний или перестановок, в Maple используется команда $choose$. Эти функции позволяют быстро и точно решать задачи на комбинаторику, не требуя от пользователя глубоких знаний в области теории алгоритмов и программирования.

Кроме того, в Maple имеется собственный язык программирования, что дает возможность создавать собственные процедуры для более сложных или специализированных комбинаторных задач. Это позволяет не только применять стандартные функции, но и разрабатывать уникальные алгоритмы для решения конкретных задач.

В рамках данной статьи представлены процедуры для решения задач, связанных с размещениями и сочетаниями элементов, как с повторениями, так и без повторений. Процедуры оформлены под именами SBP, SSP, RBP и RSP и могут быть использованы для вычисления количества возможных комбинаторных конфигураций, а также для генерации всех возможных вариантов этих конфигураций.

Входными данными для процедур являются списки чисел в формате $[n, k]$ (где n—общее количество элементов, а k—количество выбираемых). На выходе названные процедуры выводят: формулировку задачи, подсчет количества комбинаторных конфигураций и список всех возможных конфигураций, соответствующих заданной задаче [5].

Ниже приведены процедуры с краткими описаниями: Тексты в процедурах набраны латиницей, поскольку при использовании кириллических символов могут возникать проблемы с кодировкой, и текст может отображаться некорректно. Использование латиницы позволяет избежать этой проблемы.

SBP (Сочетания без повторений): Процедура для нахождения всех сочетаний без повторений из заданного набора элементов.

$$SBP := proc(n,k)\ local\ C, combinations;\ print("Skol'ko\ est'\ sposobov\ vybrat'\ ", k, "\ predmetov\ iz\ ", n, "?\ Poryadok\ vybrannykh\ predmetov\ ne\ vazhen.");$$

$$C := binomial(n,k);\ print("Kolichestvo\ variantov: ", C);$$

$$combinations := combinat[choose](n,k);$$

$$print("Spisok\ vsekh\ variantov: ", combinations);$$

$$return\ [C, combinations];\quad end\ proc;$$

SSP (Сочетания с повторениями): Процедура для нахождения всех сочетаний с повторениями.

$$SSP := proc\ (n,k)\ \ local\ reslt, generate, combination, i, task\ statement\ ,\ num_combinations;$$

$$generate := proc\ (start,\ \ depth, combination)\ local\ i;$$

$$if\ depth\ =\ 0\ then$$

$$result := \ \ [op(result), combination]\ else$$

$$for\ i\ from\ start\ to\ n\ do\ \ \ generate(i, depth\ 1, [op(combination), i])\ end\ do$$

$$end\ if\ \ \ end\ \ proc;$$

$$result := [\,];\ \ generate(1, k, [\,]);$$

$$task_statement := \ \ cat("Nayti\ vse\ sochetaniya\ s\ povtoreniyami\ iz\ ", n, "\ elementov, sostoyashchie\ \ iz\ ", k, "\ elementov.");$$

$$nu\ [\![mcombinations]\!]\ _ := combinat:-binomial(n+k-1, k);$$

$$return\ \ \ [tas\ [\![kstatement]\!]\ _, nu\ [\![mcombinations]\!]\ _, result]$$

$$end\ proc$$

RBP (Размещения без повторений): Процедура для нахождения всех размещений без повторений.

$$RBP := proc\ (n,k)\ local\ A, permutations, i, perm;$$

$$print("Zadacha: Skol'ko\ est'\ sposobov\ vybrat'\ ", k, "\ \ \ predmetov\ iz\ ", n, "\ bez\ povtoreniy?\ Poryadok\ vybrannykh\ \ predmetov\ vazhen.");$$

$$A := factorial(n)/factorial(n-k)\ ;\ \ print("Kolichestvo\ variantov: ", A);$$

$$permutations := \ \ \ combinat:-permute([seq(i, i\ =\ 1\,..\,n)], k);$$

$$print(\text{"Spisok vsekh variantov: "}, permutations);$$
$$return \quad end\ proc$$

RSP (Размещения с повторениями). Процедура для нахождения всех размещений с повторениями.

$RSP := proc\ (n, k)\ \ local\ A, arrangements, i, j, current_arrangement, temp;$
$print(\text{"Zadacha: Skol'ko est' sposobov vybrat' "}, \ k, \text{" predmetov iz "}, n, \text{"}$
$s\ povtoreniyami?\ Poryadok\ \ vybrannykh\ predmetov\ vazhen."});$
$A := n^k; \quad print(\text{"Kolichestvo variantov: "}, A);$
$arrangements := [\,];$
$for\ i\ from\ 0\ to\ A - 1\ do$
$current_arrangement := [\,]; \qquad temp := i;$
$for\ j\ to\ k\ do$
$current_arrangement := [op(current_arrangement),$
$(`mod`(temp, n)) + 1]; \qquad temp := floor(temp/n) \qquad end\ do;$
$arrangements := [op(arrangements), current_arrangement\,] \quad end\ do;$
$print(\text{"Spisok\ vsekh variantov: "}, arrangements);$
$return\ \ end\ proc$

Для вывода результатов достаточно вызвать процедуры с конкретными параметрами с помощью команд $SBP(5,3); SSP(5,3); RBP(5,2); RSP(4,2);$

Например, для команды $SBP(5,3)$ и $RSP(4,2)$ это выглядит следующим образом

$SBP(5,3)$:

$\text{"Skol'ko est' sposobov vybrat' "}, 3, \text{" predmetov iz "}, 5, \text{"? Poryadok}$
$vybrannykh\ \ predmetov\ ne\ vazhen."\ \ \text{"Kolichestvo variantov: "}, 10$
$\text{"Spisok vsekh variantov: "}, [[1,2,3],[1,2,4],[1,2,5],[1,3,4],[1,3,5],[1,4,5],$
$[2,3,4],[2,3,5],[2,4,5],[3,4,5]]$

$RSP(4,2);$

$\text{"Zadacha: Skol'ko est' sposobov vybrat' "}, 2, \text{" predmetov iz "}, 4, \text{"}$
$s\ \ povtoreniyami?\ Poryadok\ vybrannykh\ predmetov\ vazhen.\ Kolichestvo$
$variantov: ", 16 \ \ \text{"Spisok vsekh variantov: "}, [[1,1],[2,1],[3,1],[4,1],[1,2],$
$[2,2],[3,2],[4,2],[1,3],[2,3],[3,3],[4,3],[1,4],[2,4],[3,4],[4,4]]$

В заключение отметим, что каждая из этих процедур может быть легко модернизирована для решения других типов задач, например, для работы с большими наборами данных или для добавления дополнительных ограничений на комбинаторные конфигурации. Это позволяет адаптировать Maple под разнообразные требования, что значительно расширяет его функциональные возможности. Кроме того, гибкость системы позволяет пользователю настроить параметры и алгоритмы, оптимизируя процесс вычислений для различных типов задач.

Таким образом, использование Maple значительно ускоряет решение комбинаторных задач, улучшая точность вычислений и облегчая процесс обучения.

Это делает Maple незаменимым инструментом для студентов, преподавателей и профессионалов, работающих в области математики и смежных дисциплинах, способствуя более глубокому пониманию предмета и повышению эффективности работы, а также развитию навыков математического моделирования и аналитического мышления. [6]

Источники

1. Говорухин В. Компьютер в математическом исследовании: Maple, MATLAB, LaTeX / В. Говорухин, В. Цибулин. Питер, 2001. 633 с.

2. Гуломнабиев С. Г. Оид ба истифодаи барномаи Maple дар раванди таълим. Паёми донишгоҳи омӯзгорӣ. Бахши илмҳои педагогӣ ва психологӣ. 2023. №4 (18). С. 148-157.

3. Гуломнабиев С.Г. Исследование устойчивости решений систем линейных дифференциальных уравнений с помощью программы Maple / С.Г. Гуломнабиев // Вестник Таджикского национального Университета, серия естественных наук. 2021. № 2. С. 41-52.

4. Гуломнабиев С.Г. Использование программы Maple для исследования изолированных точек покоя систем линейных дифференциальных уравнений. 2023. № 10. С. 252-259.

5. Гуломнабиев С.Г. Об одном применении математического пакета Maple // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 111-115.

6. Гуломнабиев С.Г. Maple и олимпиадные задачи // Наука, образование, инновации: актуальные вопросы и современные аспекты: сборник статей XXV Международной научно-практической конференции. Пенза, 2025. С. 8-10.

УДК 004.056

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВАХ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ СЕНСОРОВ

Гуремулта Арина Сергеевна
КГЭУ, г. Казань, Россия
Arina.guremulta@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена практическим аспектам внедрения цифровых сенсоров и технологий моделирования для анализа потоков пользователей в общественных пространствах. Рассматриваются этапы внедрения, примеры успешной реализации в различных типах объектов и возможные сложности при реализации.

Ключевые слова: цифровые сенсоры, моделирование, общественные пространства, трафик-аналитика, цифровой двойник, управление пространствами, урбанистика.

MODELING USER FLOWS IN PUBLIC SPACES USING DIGITAL SENSORS

Guremulta Arina Sergeevna
KSPEU, Kazan, Russia
Arina.guremulta@bk.ru

Annotation. The article is devoted to practical aspects of the implementation of digital sensors and modeling technologies for analyzing user flows in public spaces. The stages of implementation, examples of successful implementation in various types of objects and possible difficulties in implementation are considered.

Keywords: digital sensors, modeling, public spaces, traffic analytics, digital twin, space management, urban studies.

В условиях стремительной урбанизации и увеличения плотности населения особенно остро встаёт вопрос об эффективном управлении общественными пространствами. Пешеходные зоны, транспортные узлы, парки, торговые центры, музеи и другие объекты общественного пользования ежедневно подвергаются значительным нагрузкам. Эффективное проектирование и эксплуатация таких пространств невозможны без понимания того, как пользователи взаимодействуют с физической средой. Одним из современных инструментов, позволяющим получить такие данные, выступают цифровые сенсоры и построение моделей пользовательских потоков [1].

Моделирование потоков позволяет не только фиксировать текущее поведение, но и прогнозировать изменение нагрузки, выявлять узкие места и выстраивать более эргономичную и безопасную среду. Однако, несмотря на активное обсуждение темы в научной и профессиональной среде, практические кейсы и структурированный опыт внедрения таких решений всё ещё редки.

Процесс внедрения моделирования пользовательских потоков представляет собой междисциплинарную задачу. Он начинается с формулировки проблематики. Например, в крупных торговых центрах владельцы сталкиваются с тем, что одни зоны переполнены, а другие остаются пустующими. В музеях часто возникает перегрузка определённых экспозиций, что снижает качество восприятия. На вокзалах и в аэропортах возможны скопления людей, приводящие к задержкам и даже нарушению безопасности.

Решение подобных проблем начинается с установки сенсоров — видеокамер, инфракрасных рамок, датчиков движения, Wi-Fi или Bluetooth трекеров [2]. Важно, чтобы сбор данных происходил с соблюдением законодательства о защите персональных данных. Эти устройства фиксируют не только количество людей, но и направления их движения, скорость, зоны скопления.

Собранные данные поступают в аналитическую систему, где на их основе строится модель. В простейших случаях речь идёт о тепловых картах — графическом представлении плотности потока. Более сложные системы используют методы имитационного моделирования: каждое перемещение пользователя интерпретируется как поведение агента [3]. Это позволяет прогнозировать последствия тех или иных изменений в пространстве — например, перемещения входной группы, установки информационного стенда или открытия нового маршрута.

Внедрение таких моделей уже дало положительные результаты. Так, в одном из торговых центров Санкт-Петербурга, после анализа потоков и их перераспределения, было достигнуто увеличение проходимости ранее малоиспользуемых зон на 25% [4]. В музее-заповеднике «Кижи» использование сенсорных стоек и маршрутного анализа позволило перераспределить туристические потоки, уменьшив нагрузку на наиболее хрупкие участки экспозиции. Казанский железнодорожный вокзал, внедрив видеомониторинг потоков, снизил время прохода пассажиров через турникеты в часы пик на 18%.

Также в парке "Зарядье" в Москве были установлены датчики подсчета посетителей, а также применена геоаналитика по мобильным данным. Это позволило не только оценить общую посещаемость, но и выявить маршруты, которые оказываются перегруженными в выходные дни. На основе этих данных были скорректированы маршруты движения и добавлены дополнительные зоны отдыха.

Однако внедрение подобных систем связано с рядом вызовов. Во-первых, необходимо обеспечить совместимость сенсорных данных с существующей IT-инфраструктурой объекта. Во-вторых, требуется подготовка специалистов, способных интерпретировать и использовать модели. В-третьих, важно обеспечить анонимность и соблюдение нормативных требований, что может потребовать дополнительных инвестиций в правовую экспертизу и системы защиты данных [5].

Кроме того, модели требуют регулярного обновления. Поведение пользователей изменяется под влиянием сезонных, культурных и технологических факторов. Поэтому внедрение такой системы должно рассматриваться не как разовая инициатива, а как элемент стратегии цифрового управления пространством.

Таким образом, использование цифровых сенсоров и технологий моделирования потоков пользователей открывает принципиально новые возможности в управлении общественными пространствами [6]. Эти решения позволяют не просто наблюдать, но активно влиять на формирование среды, делая её более адаптивной, комфортной и безопасной. Практические примеры показывают, что при грамотном подходе такие системы дают значительный эффект даже на небольших объектах. Для масштабного внедрения необходимы не только технологии, но и системное мышление, междисциплинарное взаимодействие и готовность к трансформации устоявшихся управленческих моделей.

Источники

1. Архипов И.В. Применение цифровых сенсоров для анализа городской мобильности // Инновации в управлении городской средой. 2023. №4. С. 12–18.

2. Синицын А.А., Богданов С.И. Технологии умного города: сенсорные системы и анализ данных. М.: URSS, 2022. 204 с.

3. Горохов И.П. Информационные технологии в управлении потоками населения // Современные научные исследования. 2023. №3(45). С. 88–94.

4. Лапшин Ю.М., Левин А.В. Моделирование поведения пешеходов: практический подход. СПб.: Питер, 2021. 192 с.

5. Власов П.П. Цифровая инфраструктура города: проектирование и эксплуатация. М.: Инфра-М, 2020. 248 с.

6. Басаргин В.Я., Зарипова Р.С., Пырнова О.А. Влияние цифровых технологий на урбанизацию // Цифровая культура открытых городов: материалы Международной научно-практической конференции. Екатеринбург. 2018. С. 13-15.

УДК 51-77

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ: РОЛЬ ИМИТАЦИОННЫХ МЕТОДОВ

Дацько Ольга Богдановна
ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ», г. Донецк, ДНР, РФ
olyabogdan3@mail.ru

Аннотация. Математическое моделирование в условиях неопределенности представляет собой важный инструмент, позволяющий анализировать и прогнозировать поведение сложных систем в различных областях науки и практики. В условиях, когда процессы характеризуются множеством переменных и случайных факторов, традиционные аналитические методы часто оказываются недостаточными. Здесь на первый план выходят имитационные методы, которые обеспечивают более глубокое понимание динамики систем и позволяют учитывать вариативность и неопределенность.

Ключевые слова: математика, моделирование, неопределенность, имитация, метод.

MATHEMATICAL MODELING IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY: THE ROLE OF SIMULATION METHODS

Datsko Olga Bogdanovna
DONNUET, Donetsk, DPR, Russia
olyabogdan3@mail.ru

Annotation. Mathematical modeling in conditions of uncertainty is an important tool for analyzing and predicting the behavior of complex systems in various fields of science and practice. In conditions where processes are characterized by a multitude of variables and random factors, traditional analytical methods often prove insufficient. Here, simulation methods come to the fore, which provide a deeper understanding of system dynamics and allow for variability and uncertainty.

Keywords: mathematics, modeling, uncertainty, simulation, method.

Значимость математического моделирования заключается в его способности представлять реальные процессы в виде абстрактных моделей, что позволяет исследователям проводить эксперименты и анализировать различные сценарии без необходимости вмешательства в реальные системы. В условиях неопределенности, где данные могут быть неполными или изменчивыми, имитационные методы, такие как метод Монте-Карло, становятся особенно актуальными. Они позволяют моделировать множество возможных исходов, основываясь на случайных выборках, что дает возможность исследовать не

только средние значения, но и распределения вероятностей, критически важные для принятия обоснованных решений.

Имитационные методы также способствуют визуализации сложных взаимодействий в системах, что облегчает понимание процессов и помогает выявлять закономерности, которые могут быть неочевидны при использовании традиционных аналитических подходов. Этот аспект особенно важен в междисциплинарных исследованиях, где взаимодействие различных факторов может создавать неожиданные эффекты [1].

Неопределенность – это ключевое понятие в математическом моделировании, которое описывает ситуацию, когда результаты или поведение системы не могут быть предсказаны с полной уверенностью. Она может возникать по нескольким причинам, включая:

1. Недостаток данных: в реальных системах часто бывает сложно собрать полные и точные данные. Это может произойти из-за ограничений в доступности информации, сложности системы или временных затрат на сбор данных.

2. Изменчивость параметров: в сложных системах параметры могут изменяться со временем или в зависимости от условий.

3. Случайные воздействия: многие системы подвержены случайным воздействиям, которые могут существенно влиять на их поведение.

В этом контексте традиционные аналитические методы, такие как детерминированные модели, часто оказываются недостаточными. Они предполагают, что все параметры известны и фиксированы, что не отражает реальную природу сложных систем, где присутствует значительная степень вариативности и неопределенности. Такие методы могут давать точные результаты только в условиях полной информации и стабильности параметров, что редко встречается в действительности.

Именно здесь на помощь приходят имитационные методы. Они позволяют моделировать системы с учетом неопределенности, используя случайные выборки и статистические подходы. Например, метод Монте-Карло позволяет учитывать вариативность параметров и случайные воздействия, генерируя множество возможных сценариев и анализируя их результаты. Это дает возможность получить более полное представление о вероятных исходах и рисках, что критически важно для принятия обоснованных решений в условиях неопределенности.

Понимание и учет неопределенности являются ключевыми аспектами математического моделирования, и имитационные методы представляют собой мощный инструмент для анализа сложных систем, позволяя исследователям более точно отражать реальность и принимать более информированные решения.

Имитационные методы, в частности метод Монте-Карло, представляют собой мощные инструменты для анализа сложных систем, где присутствует неопределенность и случайные характеристики. Эти методы позволяют моделировать поведение систем, учитывая вариативность параметров и случайные воздействия, что делает их особенно полезными в таких областях, как экономика, экология, финансы и инженерия. Метод Монте-Карло основан на использовании случайных выборок для оценки характеристик системы. На первом этапе необходимо сформулировать модель системы, которую вы хотите исследовать. Это может быть математическая модель, описывающая взаимосвязи между переменными. Для всех ключевых параметров модели, которые имеют неопределенность, определяются вероятностные распределения. Например, если вы моделируете спрос на продукт, вы можете использовать нормальное распределение для описания колебаний спроса в зависимости от времени года. Затем с помощью генератора случайных чисел создаются множество наборов случайных значений для параметров модели на основе заданных вероятностных распределений, что может включать тысячи или даже миллионы симуляций. Для каждого набора случайных значений запускается модель, и рассчитываются результаты, такие как прибыль компании, уровень загрязнения в экосистеме или любые другие интересующие вас показатели. После завершения всех симуляций собираются результаты, которые затем анализируются, включая вычисление средних значений, стандартных отклонений и построение распределений вероятностей для различных выходных параметров.

Одним из ключевых преимуществ метода Монте-Карло является возможность исследовать не только средние значения, но и полные распределения вероятностей выходных данных. Это позволяет получить более полное представление о рисках и неопределенности, связанных с системой [2]. Например, вместо того чтобы просто знать, что средняя прибыль компании составляет 1 миллион долларов, можно увидеть, что есть вероятность 10% получить убыток, а также вероятность 20% получить прибыль в 2 миллиона долларов. Имитационные методы позволяют учитывать вариативность параметров, что критически важно для принятия обоснованных решений.

Имитационные методы, включая метод Монте-Карло, находят широкое применение в различных областях, таких как экономика, инженерия и биология. Рассмотрим несколько примеров, которые иллюстрируют, как эти методы помогают лучше понять сложные взаимодействия и процессы, а также позволяют визуализировать результаты моделирования в таблице 1.

Таблица 1. Применение метода Монте-Карло в различных областях

№	Область	Применение	Пример
1	Экономика	В экономике имитационные методы используются для анализа рисков и неопределенности в финансовых моделях.	Инвестор может использовать метод Монте-Карло для оценки будущих потоков наличности от проекта. Создаются множество сценариев с различными значениями ключевых параметров, таких как продажи, затраты и ставки дисконтирования. Результаты моделирования могут представляться в виде распределения вероятностей, показывающего с какой вероятностью проект принесет определенную прибыль.
2	Инженерия	В инженерии имитационные методы применяются для оценки надежности систем и компонентов. Они позволяют моделировать разные сценарии работы систем, включая случайные отказы и вариации в производственных процессах.	В проектировании мостов инженеры могут использовать метод Монте-Карло для оценки вероятности разрушения конструкции под воздействием различных факторов, таких как нагрузки, погодные условия и материал. Моделируя множество сценариев, можно получить распределение вероятностей для времени службы моста и выявить критические условия, при которых вероятность отказа возрастает. Результаты могут быть визуализированы в виде гистограмм или графиков, показывающих вероятность отказа в зависимости от нагрузки.
3	Биология	В биологии имитационные методы используются для моделирования популяций, экосистем и распространения заболеваний. Они помогают исследовать сложные взаимодействия между организмами и окружающей средой.	В экологии метод Монте-Карло может быть применен для моделирования динамики популяции определенного вида. С учетом различных факторов, таких как рождаемость, смертность и миграция, можно создать множество сценариев, чтобы оценить, как популяция будет изменяться со временем. Результаты моделирования могут быть представлены в виде графиков, показывающих возможные траектории роста популяции, что помогает экологам принимать решения о мерах по охране и восстановлению видов.
4	Здравоохра-нение	В здравоохранении имитационные методы используются для оценки распространения инфекционных заболеваний и эффективности вакцинации.	Моделирование распространения COVID-19 может использовать метод Монте-Карло для оценки различных сценариев заражения в зависимости от факторов, таких как уровень соблюдения мер предосторожности и скорость вакцинации. Результаты моделирования могут быть визуализированы в виде графиков, показывающих ожидаемое количество случаев заболевания в зависимости от времени и принимаемых мер, что помогает правительствам и организациям здравоохранения принимать обоснованные решения о введении ограничений или вакцинации.

Математическое моделирование в условиях неопределенности, и, в частности, использование имитационных методов, представляет собой важный инструмент для анализа и прогнозирования поведения сложных систем. В условиях, когда традиционные аналитические подходы оказываются недостаточными из-за множества переменных и случайных факторов, имитационные методы, такие как метод Монте-Карло, становятся незаменимыми. Они позволяют учитывать вариативность и неопределенность, что критически важно для принятия обоснованных решений в различных областях, включая экономику, инженерное дело, биологию и здравоохранение.

Имитационные методы обеспечивают возможность моделирования множества сценариев и анализа вероятностей различных исходов. Это позволяет не только исследовать средние значения, но и выявлять полные распределения вероятностей, что значительно расширяет понимание рисков и неопределенности. Визуализация результатов моделирования способствует более глубокому пониманию сложных взаимодействий в системах и помогает выявлять закономерности, которые могут быть неочевидны при использовании традиционных аналитических подходов.

Неопределенность, возникающая из-за недостатка данных, изменчивости параметров и случайных воздействий, подчеркивает необходимость применения имитационных методов. Эти методы позволяют исследователям более точно отражать реальность, моделируя системы с учетом всех возможных вариаций и случайных факторов. Таким образом, имитационные методы становятся мощным инструментом для анализа сложных систем, позволяя принимать более информированные решения и управлять рисками в условиях неопределенности.

В заключение, значимость математического моделирования в условиях неопределенности и роль имитационных методов в этом процессе невозможно переоценить. Они не только расширяют горизонты научных исследований, но и способствуют более эффективному управлению в практических приложениях, что делает их незаменимыми в современном мире.

Источники

1. Тубольцев М.Ф., Михелев В.М. Математическое моделирование финансовых процессов в условиях неопределенности // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2009. № 15(70). С. 177-180.

2. Мадера А.Г. Математическое моделирование бизнес-процессов в условиях неопределенности // Логистика и экономика ресурсоэнергосбережения в промышленности: Сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции. Москва: Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., 2014. С. 287-289.

УДК 004

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ, ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ СТОИМОСТЬ ДОМА

Денисенко Вера Константиновна, Стифеева Алина Александровна, Курундаева Сабина Владимировна
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
StifeevaAA@mpei.ru, KurundayevaSV@mpei.ru

Аннотация. В статье рассматривается проектирование и разработка интеллектуальной информационной системы для прогнозирования стоимости жилья на основе методов машинного обучения. Исследование анализирует ключевые факторы, влияющие на цену недвижимости и предлагает подход к построению модели, способной с высокой точностью предсказывать стоимость домов.

Ключевые слова: машинное обучение, прогнозирование стоимости жилья, анализ данных, интеллектуальные информационные системы.

OPTIMIZATION OF THE AVERAGE WAITING TIME IN A QUEUE IN A QUEUING SYSTEM WITH DIFFERENT TYPES OF REQUESTS

Denisenko Vera Konstantinovna, Stifeeva Alina Alexandrovna, Kurundaeva Sabina Vladimirovna
MPEI, Moscow, Russia
StifeevaAA@mpei.ru, KurundayevaSV@mpei.ru

Abstract. The article discusses the design and development of an intelligent information system for predicting the cost of housing based on machine learning methods. The study analyzes the key factors influencing the price of real estate and suggests an approach to building a model capable of predicting the value of houses with high accuracy.

Keywords: machine learning, housing cost forecasting, data analysis, intelligent information systems.

При разработке современных интеллектуальных систем анализа данных [1], что особенно важно отметить, применение методов линейной регрессии занимает особое место. Прежде всего, следует подчеркнуть, что такие системы ориентированы на выявление значимых закономерностей в исторических данных. Как показывают исследования, обнаруженные взаимосвязи затем успешно применяются для прогнозирования будущих значений [2]. На этапе предварительной обработки выполняется комплексная подготовка данных,

осуществляется их очистка от шумов, нормализация, а также отбор наиболее информативных признаков. Далее строится регрессионная модель [3], способная анализировать информацию и формировать достаточно точные прогнозы.

Реализация подобных систем на языке Python требует использования специализированных библиотек, таких как Pandas, которая, является стандартом для работы с табличными данными, NumPy, которая предоставляет инструменты для математических вычислений, а также Matplotlib и Seaborn, которые позволяют наглядно визуализировать результаты анализа. Важно отметить, что для непосредственного построения регрессионных моделей применяется библиотека Scikit-learn. В данном контексте необходимо подчеркнуть значение таких её компонентов, как:

- train_test_split для разделения данных.
- LinearRegression для реализации алгоритма.
- метрики оценки качества моделей.

Для разработки интерфейса использована библиотека Tkinter.

Далее рассмотрены этапы разработки модели линейной регрессии. Матрица рассеивания рис. 1.

```
sns.pairplot(data)
plt.show()
```

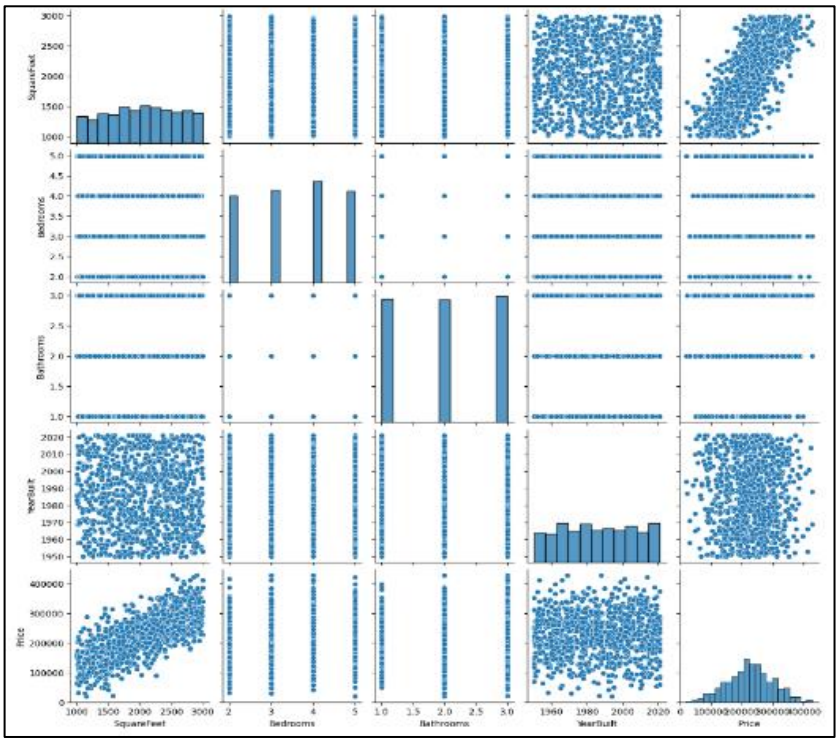


Рис. 1. Матрица диаграмм рассеяния

Тепловая карта корреляции представлена на рис. 2.

```
corr_matrix = data.drop(columns=['Neighborhood']).corr()
sns.heatmap(corr_matrix, annot=True, cmap="coolwarm")
```

```
plt.show()
```

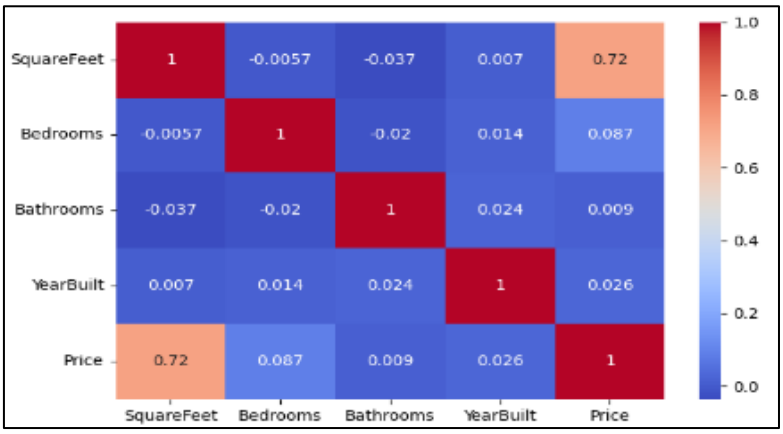


Рис. 2. Тепловая карта корреляции

Оценка качества модели представлена на рис. 3:

```
rmse = np.sqrt(mean_squared_error(y_test, y_pred))
mae = mean_absolute_error(y_test, y_pred)
r2 = r2_score(y_test, y_pred)
print("RMSE:", rmse) // среднее квадратичное отклонение
print("MAE:", mae) // абсолютное отклонение
print("R^2:", r2) // коэффициент детерминации
```

```
RMSE: 49244.059774319314
MAE: 38849.25804599185
R^2: 0.5676376455898635
```

Рис. 3. Показатели качества модели

Реализация прогнозирования представлена на рис. 4.

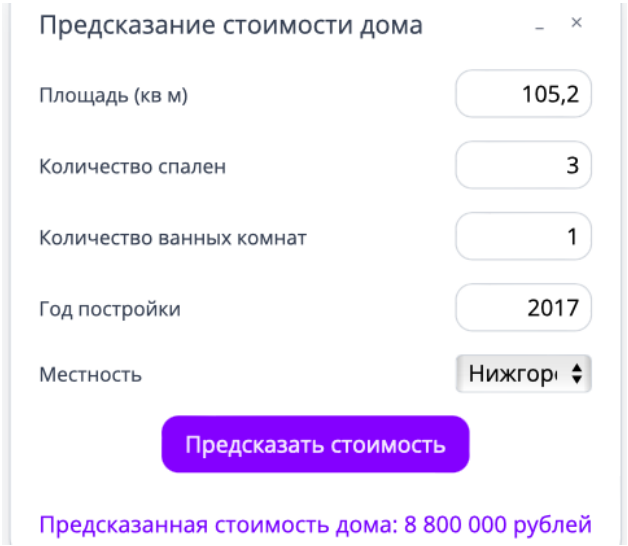


Рис. 4. Предсказания стоимости дома

Проведенное исследование позволило разработать интеллектуальную информационную систему прогнозирования стоимости жилья, основанную на методах машинного обучения. Как показали результаты, применение линейной регрессии в сочетании с комплексной предварительной обработкой данных обеспечивает достаточно точные прогнозы, что подтверждается значениями метрик качества модели.

Важно отметить, что реализованная система демонстрирует практическую значимость для решения задач оценки недвижимости. Использование современных библиотек Python, таких как Pandas для работы с данными, Scikit-learn для построения модели и Matplotlib/Seaborn для визуализации, позволило создать инструмент анализа.

В дальнейшем представляется целесообразным расширение функциональности за счет включения дополнительных факторов, влияющих на стоимость недвижимости, а также применение более сложных алгоритмов машинного обучения. Разработанный подход может быть адаптирован для решения аналогичных задач в других предметных областях, связанных с прогнозным моделированием и анализом данных.

Источники

1. Зорин Сергей Алгоритмы и структуры данных. Теория и практика. 2-е изд. Москва: Бином, 2020. 416 с.

2. Гребенников Сергей Машинное обучение. Том 1. Основы и алгоритмы. 1-е изд. Москва: Диалектика, 2021. 304 с.

3. Харрисон Мэтт. Машинное обучение. Карманный справочник. Краткое руководство по методам структурированного машинного. Диалектика, 2020. 320 с.

УДК 62-522: 681.523

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО СОЗДАНИЮ МОДЕЛИ САМОСТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙСЯ ПАЛУБЫ НА СУДНЕ

Нго Кьен Динь, Нгуен Динь Хань, Нгуен Вьет Тьеп
Вьетнамская военно-морская академия, Нячанг, Вьетнам
ngokiendinh2013@gmail.com

Аннотация. В процессе эксплуатации в морских условиях суда и установленное на них оборудование постоянно подвергаются воздействию морских волн. Эти воздействия вызывают колебательные движения всего корпуса судна и его систем. Однако многие виды оборудования, такие как краны и подъемники, предъявляют строгие требования к устойчивости во время работы. В данной статье авторы предлагают модель самостабилизирующейся палубы с гидравлическими опорами, предназначенную для компенсации волновых колебаний. Такая система позволяет размещать оборудование с высокими требованиями к стабильности работы в любых погодных условиях.

Ключевые слова: Самостабилизирующаяся палуба, качание, судно, стабилизатор, угол качания, гидравлический аутригер

RESEARCH ON THE CREATION OF A MODEL OF A SELF-STABILIZING DECK ON A SHIP

Ngo Kien Dinh, Nguyen Dinh Khanh, Nguyen Viet Tiep
Vietnam Naval Academy, Nha Trang, Vietnam
ngokiendinh2013@gmail.com

Annotation. During maritime operations, ships and their onboard equipment are continuously subjected to wave-induced motions. These forces generate oscillatory movements affecting both the vessel's hull and installed systems. However, many critical devices, such as cranes and elevators, require stringent stability during operation. In this paper, the authors propose a self-balancing ship deck platform model using hydraulic supports to mitigate wave-induced oscillations. This active stabilization system enables the deployment of sensitive equipment demanding high operational stability under varying sea conditions.

Keywords: Self-stabilizing deck, rocking, ship, stabilizer, rocking angle, hydraulic outrigger

На транспортных судах, баржах и сервисных кораблях, обслуживающих морские буровые платформы, как правило, размещаются различные технические средства, такие как краны, подъёмные платформы и другое оборудование, предназначенные для перемещения грузов, продовольствия и персонала между

судном и платформой. Однако данный процесс сопряжён со значительными рисками для безопасности как людей, так и перевозимых материалов, поскольку суда подвержены вибрациям и качке под воздействием морских волн в условиях сложной морской обстановки [1]. Это обуславливает необходимость разработки моделей самостабилизирующихся палубы, способных эффективно компенсировать углы качки палубы во время морской эксплуатации. Такие палубы должны обеспечивать компенсацию наклонов в двух плоскостях — поперечной и продольной, а также обладать высокой грузоподъёмностью (не менее 5 тонн) для размещения кранов, подъёмников или другого тяжёлого оборудования. Внедрение подобных систем позволяет существенно снизить риск аварийных ситуаций при подъёме и перемещении грузов, создать более стабильную рабочую среду для судового оборудования и повысить общую эффективность операций в морских условиях [2].

Для обеспечения стабилизации самостабилизирующейся палубы в горизонтальной плоскости могут быть реализованы различные технические подходы. Среди рассматриваемых решений — модель стабилизирующей платформы с использованием шести приводных тяг переменной длины (платформа Стюарта) [3], а также система стабилизации с двумя опорными приводами (Two-point Stabilizer) [4]. При этом вариант, основанный на использовании механизма угловой компенсации с гидравлическими приводами, обеспечивает требуемую мощность для эксплуатации тяжёлых подъёмных устройств, таких как краны и подъёмные платформы. Углы компенсации могут быть получены либо с выходов интегрированной навигационной системы судна, либо с автономной системы ориентации; далее эти значения рассчитываются и преобразуются в управляющие сигналы для гидравлических сервоприводов.

На рисунке 1 представлена модель самостабилизирующейся палубы на судне с нагрузкой в виде крана (1). Самостабилизирующаяся палуба (2) соединена с основной палубой судна (3) посредством опорной стойки (4) и двух гидравлических опор, компенсирующих продольный (5) и поперечный (6) углы качки. Гидравлические опоры (5, 6) соединены с самостабилизирующейся палубой (2) и основной палубой (3) с помощью карданных шарниров и управляются сервоклапанами. Нагрузка (1) установлена на палубе (2) таким образом, чтобы её центр тяжести находился внутри зоны устойчивости, ограниченной равносторонним треугольником, вершинами которого являются точки крепления двух гидравлических опор (5, 6) и опорной стойки (4).

Самостабилизирующаяся палуба, представленная на рисунке 1, функционирует по следующему принципу: при наклоне судна на угол θ поршень гидравлической опоры управляется таким образом, чтобы удлиняться или укорачиваться на величину ΔL, компенсируя угол наклона, вызванный качкой

корпуса. Это обеспечивает автоматическую стабилизацию палубы при любом внешнем воздействии.

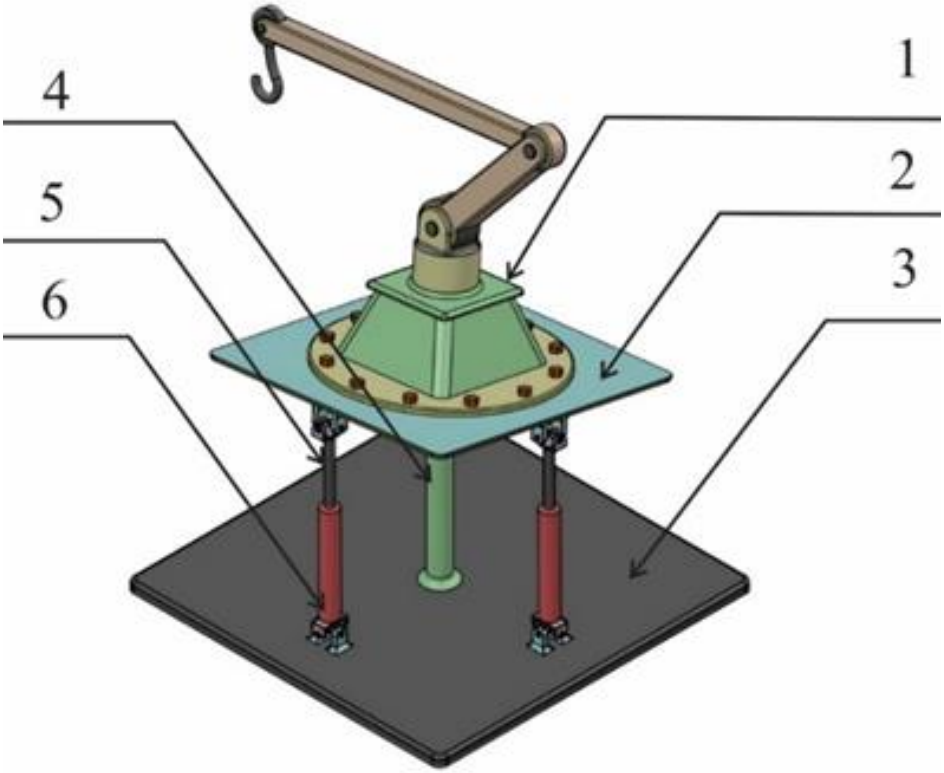


Рис. 1. Модель самостабилизирующегося палубы с крановой нагрузкой: 1 - нагрузка в виде крана; 2 - самостабилизирующяяся палуба; 3 - палубой судна; 4- опорная стойка; 5, 6 - гидравлические опоры

На рисунке 2 представлена геометрическая зависимость между углом наклона θ и перемещением поршня ΔL. Здесь N обозначает точку крепления поршня, R - радиус от центра вращения до точки крепления гидроопоры, а L - начальная длина гидравлической опоры. При повороте самостабилизирующейся палубы на угол θ точка N перемещается в точку M, смещаясь от исходного положения на величины Δx и Δy соответственно.

Согласно данной схеме, каждая гидравлическая опора независимо отвечает за стабилизацию одного из углов наклона. Поэтому рассмотрим математическую модель одной гидравлической опоры; расчет для второй осуществляется аналогичным образом.

Эта геометрическая зависимость представлена следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} (L+\Delta L).\sin\alpha = \Delta x \\ (L+\Delta L).\cos\alpha = \Delta y + L \end{cases} \quad (1)$$

Значения Δx и Δy определяются системой уравнений:

$$\begin{cases} \Delta x = R - R.\cos\theta \\ \Delta y = R.\sin\theta \end{cases} \quad (2)$$

Из систем уравнений (1) и (2) можно определить смещение ΔL в зависимости от угла наклона θ с помощью следующего уравнения:

$$\Delta L = \sqrt{\left(R - R.\cos\theta\right)^2 + \left(R.\sin\theta + L\right)^2} - L \quad (3)$$

Угол наклона θ может быть точно определён с использованием датчика угла наклона. На основе входного сигнала угла θ управляющее перемещение поршня рассчитывается в соответствии с уравнением (3).

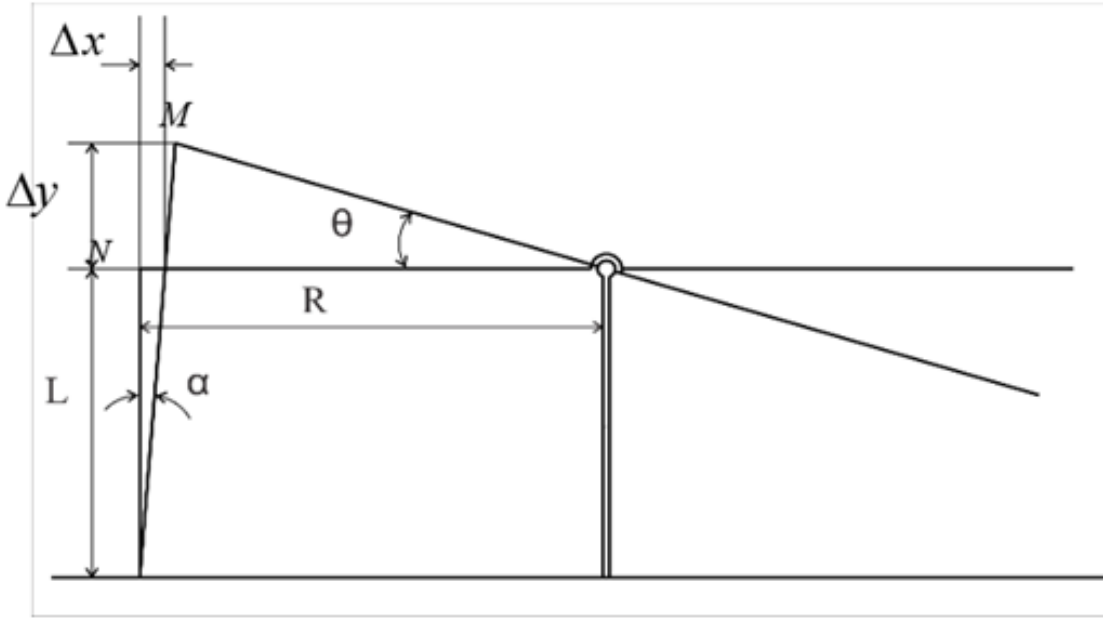


Рис. 2. Геометрическая зависимость между углом крена судна и углом крена самостабилизирующейся палубы

Для управления угловым положением самовыравнивающейся палубы рассматривается возможность применения гидравлического сервопривода. Вариант с использованием двух взаимно перпендикулярных гидравлических опор (см. рисунок 1) также обладает высокой несущей способностью, так как основную нагрузку от груза (1) и самой платформы воспринимает опорная стойка (5). Основной задачей гидравлических опор является создание управляющего вращательного момента вокруг опоры для компенсации наклона палубы.

Применение в качестве исполнительного механизма гидравлического сервопривода даёт ряд существенных преимуществ: простота конструкции и сборки, удобство технического обслуживания в условиях эксплуатации на море, высокая грузоподъёмность, универсальность применения для различных стабилизируемых объектов и хорошая совместимость с существующими энергетическими и электрическими системами судна. Быстрая динамическая реакция гидравлической системы позволяет эффективно компенсировать качку с высокой частотой, возникающую при неблагоприятных погодных условиях на море.

Источники

1. Liu, Y.; Yuan, H.; Xiao, Z.; Xiao, C. An Offshore Self-Stabilized System Based on Motion Prediction and Compensation Control. J. Mar. Sci. Eng. 2023, 11, 745. https://doi.org/10.3390/jmse11040745

2. Zhou, W.; Chen, W.; Liu, H.; Li, X. A New Forward Kinematic Algorithm for a General Stewart Platform. Mech. Mach. Theory. 2015, 87, 177–190.

3. K. Liu, J.M. Fitzgerald, F.L. Lewis “Kinematic analysis of a Stewart platform manipulator” IEEE Transactions on Industrial Electronics (Volume: 40, Issue: 2, April 1993), Page(s): 282 – 293.

4. Sarch, Martin. (2003). Fin Stabilizers As Maneuver Control Surfaces. 131.

УДК 621.3: 51-7

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ЦЕЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

Дорофеева Светлана Ивановна, Никифорова Светлана Витальевна
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ, г. Казань, Россия
svetlana1605@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы преподавания высшей математики в технических университетах, подготовки специалистов, способных решать задачи математического моделирования. Решение профессионально ориентированных задач студентами младших курсов рассматривается как фактор, повышающий мотивацию изучения высшей математики, прививающий навыки использования математики в инженерной деятельности и способствующий освоению дисциплин профессионального цикла.

Ключевые слова: математическое моделирование, физико-математическая подготовка, преподавание математики в технических университетах.

MATHEMATICAL MODELING AS A GOAL OF MATHEMATICAL TRAINING IN TECHNICAL UNIVERSITIES

Dorofeeva Svetlana Ivanovna, Nikiforova Svetlana Vital’evna
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI , Kazan, Russia
svetlana1605@yandex.ru

Abstract. The issues of teaching higher mathematics in technical universities and training specialists capable of solving mathematical modeling problems are considered. Solving professionally oriented problems by junior students is considered a factor that increases motivation for studying higher mathematics, instills skills in using mathematics in engineering activities and facilitates the mastery of professional disciplines.

Keywords: mathematical modeling, physical and mathematical training, teaching mathematics in technical universities.

Математическое моделирование, по определению А.М. Ляпунова (1857-1918), – это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам исследуемый объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель), находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом,

способная замещать его в определенных отношениях и дающая при ее исследовании информацию о моделируемом объекте. Поэтому при формировании содержания образования в техническом университете необходимо в программах подготовки специалистов установить оптимальное соотношение между фундаментальными и профессиональными дисциплинами с учетом направлений подготовки.

Проблема подготовки специалистов, способных решать задачи математического моделирования в какой-либо области, состоит в том, что этот специалист должен глубоко разбираться в той области, задачи для которой он решает и хорошо владеть математическими знаниями и методами; представлять возможности технической реализации поставленной задачи. Следовательно, подготовка в технических университетах специалистов высокого уровня невозможна без фундаментальной физико-математической подготовки, позволяющей оперативно реагировать на стремительно изменяющиеся реалии в науке и производстве. В первую очередь это касается тех направлений подготовки, которые связаны с авиационно-космической техникой, технологиями оптических систем телекоммуникаций, волоконно-оптическими линиями связи, нано-технологиями, нано-материалами и т.д.

Требования, предъявляемые к объему изучаемого материала по фундаментальным дисциплинам, к которым в технических университетах относится высшая математика, и времени, отводимому для усвоения данного материала, противоречивы: объем материала с учетом современных разделов математики, растет, а количество часов, отведенное на изучение дисциплины, не только не увеличивается, а в некоторых случаях даже неоправданно уменьшается. При этом не учитывается ни дидактическая нецелесообразность уменьшения аудиторных часов, ни значимость материала при дальнейшей подготовке конкурентоспособных специалистов [1].

Уровень математической подготовки вчерашних школьников, за некоторым исключением, таков, что по результатам входного тестирования первокурсников в КНИТУ-КАИ в 2024/2025 учебном году для ряда направлений подготовки был введен 2-семестровый адаптирующий спецкурс по высшей математике. Действительно, в рамках широкого применения математического моделирования в различных областях, неоправданно мало внимания уделяется формированию мотивации изучения математики [2].

При изучении математического моделирования наряду с классическими разделами высшей математики такими, как интегральное и дифференциальное исчисление функции одной и многих переменных, дифференциальные и интегральные уравнения, теория вероятностей, применяются и более современные разделы, а именно: математическая логика, функциональный анализ, статистические методы в прикладных исследованиях, методы

статистической обработки данных, численное моделирование в математике и физике, основы искусственного интеллекта и машинного обучения.

Классический спектральный анализ – один из методов обработки сигналов, который позволяет оценить частотный состав анализируемого сигнала, невозможен без применения интегралов Фурье. Преобразование Фурье является математической основой, которая связывает временной или пространственный сигнал (или модель сигнала) с его представлением в частотной области [3].

Считаем, что немаловажными составляющими успешного освоения учебного материала являются постоянная обратная связь с обучающимися и самоконтроль по дисциплине. Для реализации авторами был разработан комплект оценочных материалов по высшей математике, изучаемой в КНИТУ-КАИ в 1-3 семестрах, который включает в себя тестовые задания, направленные на проверку теоретических и практических знаний, с ключами правильных ответов. Это позволяет обучающимся использовать тесты как для самопроверки, так и для подготовки к контрольным мероприятиям. Приложения содержат необходимые справочные материалы [4].

С помощью эффективной и продуктивной совместной работы математических и специальных кафедр технических университетов можно научить студентов применять полученные математические знания в профессиональной деятельности. Математические кафедры обучают основам высшей математики, применению математических методов при решении прикладных задач; специальные кафедры самостоятельно определяют значимость различных разделов высшей математики для дисциплин профессионального цикла, решают профессионально ориентированные задачи в соответствии с направлениями подготовки, используя математические методы. Особенно важно включать профессионально ориентированные задачи при работе с первокурсниками, так как это повышает мотивацию изучения дисциплины «Высшая математика» и является пропедевтикой изучения специальных дисциплин [5].

Для будущих специалистов немаловажным является умение формулировать прикладные задачи в профессиональной и научно-исследовательской деятельности, а также применять методы математического моделирования физических объектов, процессов и явлений в механике, физике, химии, биоинженерии и других естественно-научных дисциплинах.

В соответствии со схемой, предложенной А.Д. Мышкисом (1920-2009), можно выделить основные этапы процесса математического моделирования [6]:

1) в первую очередь выбирается объект моделирования, осуществляется сбор информации об объекте, формулируется цель моделирования;

2) анализируется собранная информация и определяются наиболее значимые параметры, соответствующие цели моделирования;

3) в соответствии с информацией об объекте строится математическая модель;

4) исследуется математическая модель с применением математических методов и используя различные алгоритмы и программы для вычисления;

5) проводится интерпретация математической модели – анализ решения и полученных результатов;

6) проводится проверка адекватности используемой математической модели с помощью сравнения с известными экспериментальными данными.

Умение собирать и анализировать информацию, выбирать математическую модель и методы ее интерпретации – необходимые условия для моделирования физических процессов в различных областях.

Источники

1. Анфиногентов В.И. Значение прикладных задач математики и математического моделирования в технических университетах / В.И. Анфиногентов, М.А. Дараган, С.И. Дорофеева // Образование, наука и экономика в вузах и школах. Интеграция в международное образовательное пространство: Труды международной научной конференции. Горис (Армения): Российский университет дружбы народов, 2015. С. 211-214.

2. Дорофеева С.И., Никифорова С.В. Математическая подготовка студентов инженерных специальностей / С.И. Дорофеева, С.В. Никифорова, З.Я. Якупов, Н.Т. Валишин // Педагогический журнал, 2023. Т. 13, № 5-1. С. 537-545. DOI 10.34670/AR.2023.90.39.056.

3. Ганеев Р.М. Математические модели в задачах обработки сигналов. М.: Горячая линия – Телеком, 2002. 83 с.

4. Дорофеева С.И., Никифорова С.В. Комплект оценочных материалов по высшей математике для технических университетов: учебное пособие / С.И. Дорофеева, С.В. Никифорова. Казань: ООО «Редакционно-издательский центр «Школа», 2024. 43 с. ISBN 978-5-00245-283-5.

5. Дорофеева С.И. О подборе профессионально ориентированных задач в курсе «Высшая математика» // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2022: сборник трудов V Международного научно-технического форума. Том 10. Рязань, 2022. С. 68-71.

6. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. 3-е изд., испр. М.: КомКнига, 2007. 192 с.

УДК 612.171.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕТЕЛЬ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА

Евстигнеева Елизавета Павловна, Сеченева Екатерина Викторовна, Моргунов Никита Романович
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия
Elizavetaevst44@gmail.com

Аннотация. В статье предложена модель имитации фазовых петель желудочков сердца, представляющих собой зависимость давления от объема за время одного периода работы сердца, выполненной в среде Matlab. Представлены результаты моделирования и перспективы развития моделей сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: математическая модель, сердечно-сосудистая система, моделирование, сердце, желудочки.

INVESTIGATION OF THE PHASE LOOPS OF THE VENTRICLES OF THE HEART

Evstigneeva Elizaveta Pavlovna, Secheneva Ekaterina Viktorovna, Morgunov Nikita Romanovich
TSTU, Tambov, Russia
Elizavetaevst44@gmail.com

Abstract. The article proposes models of phase loops of the ventricles of the heart, representing the dependence of pressure on volume during one period of the heart's work, performed in the Matlab environment. The results of the modeling and their analysis relative to each other are presented.

Keywords: mathematical model, cardiovascular system, simulation, heart, ventricles.

Болезни, поражающие кровеносную систему, лидируют среди причин летальных исходов. Для успешного лечения людей с патологиями сердца и сосудов крайне важна точная и быстрая постановка диагноза. В наши дни в кардиологии все чаще применяют математические подходы и компьютерные технологии для диагностики состояния пациентов в палатах интенсивной терапии. Одним из самых востребованных исследований является анализ фазовых петель желудочков сердца.

Петли фаз сердечной деятельности – это визуальное представление циклов работы сердца, демонстрирующее колебания параметров желудочков на протяжении одного или нескольких кардиальных циклов. Они служат инструментом для анализа сердечной механики и его функциональности.

Ключевыми информативными показателями состояния сердечно-сосудистой системы являются конфигурация, положение и величина фазовой петли.

В настоящее время существует значительное количество математических моделей, включающих параметры состояния сердечной мышцы и характеристики сосудистой сети, однако сохраняется необходимость разработки детальных персонализированных математических моделей сердечно-сосудистой системы, учитывающих индивидуальные особенности и процессы регуляторной адаптации.

Одной из перспективных моделей является нульмерная математическая модель, разработанная коллективом авторов [1]. Представленная модель включает в себя уравнения, описывающие как обобщённые сосудистые участки верхней части тела, а также артерии, обслуживающие туловище, капилляры в области туловища, вены туловища, легочные артерии, направленные к правому и левому легкому, правое и левое предсердия сердца, а также правый и левый желудочки. Эти компоненты модели образуют взаимосвязанную сеть упругих камер, обеспечивающую циркуляцию крови по всему организму.

На рис. 1 представлена схема i-той упругой камеры, включающей компонент сопротивления для отражения кровотока. Предложенная нульмерная модель характеризуется усреднёнными параметрами, такими, как объём, давление и скорость кровотока. Кроме того, учитываются свойства сосудов, а именно: коэффициент жёсткости, проводимость, значение ненапряжённого объёма и параметр, отражающий инерционные свойства [1].

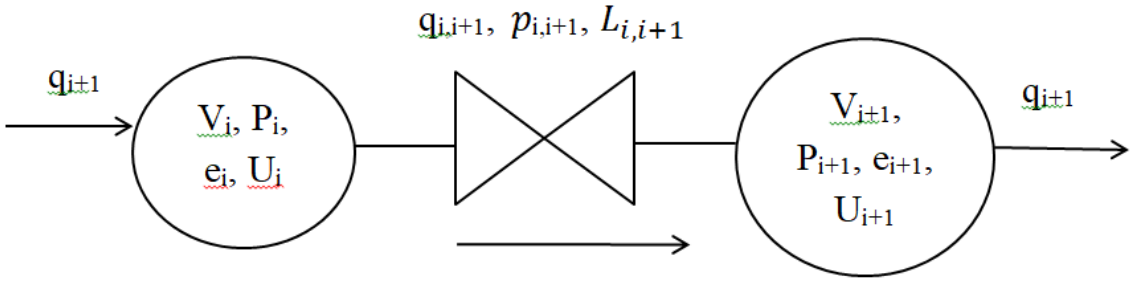


Рис. 1. Модель упругой камеры с элементом сопротивления, i – номер камеры

В этой модели V – объём упругой камеры, см^3; P – давление в упругой камере, Торр; q - кровоток между камерами, см^3/с; e – жёсткость стенок упругой камеры, Торр см^3; L_{ij} – инерционность потока, с^2/см^2.

Все упругие камеры, за исключением камер, описывающих желудочки, характеризуется набором формул, описывающих ее объем, давление и скорость циркуляции крови. Другими словами, для каждого упругого резервуара, не являющегося желудочком сердца, предлагается система уравнений, связывающая его объём, создаваемое им давление и интенсивность кровотока.

Эта система уравнений позволяет анализировать и прогнозировать поведение сосуда или сосудистого участка, учитывая его эластичные свойства и гемодинамические параметры [1-3].

$$\begin{cases} \frac{dV_i(t)}{dt} = q_i(t) - q_{i-1}(t); \\ L_{i,i+1}\frac{dq_{i,i+1}(t)}{dt} + \frac{1}{p_{i,i+1}}q_i(t) = P_{i+1}(t) - P_i(t); \\ P_i(t) = e_i \cdot (V_i(t) - U_i); \end{cases} \quad (1)$$

Система уравнений (1) описывает зависимость таких параметров, как $L_{i,i+1}$ и $q_{i,i+1}$ – коэффициенты инерционности и проводимости потока из i-ой упругой камеры в $i+1$-ую упругую камеру соответственно.

Предложенная математическая модель предоставляет возможность анализа гемодинамических показателей как в научных исследованиях, так и в образовательных программах для углубленного изучения физиологических механизмов, протекающих в кардиоваскулярной системе [1-3].

На рис. 2 отображена смоделированная фазовая петля "объем-давление", характеризующая работу правого желудочка, где время задается в неявном виде – точка времени движется вдоль петли. Полученный график демонстрирует, что что в фазу изоволюметрического сокращения в систоле объем крови в левом желудочке остается стабильным. В период диастолы наблюдается медленное восстановление объема, а во время фазы выброса крови происходит его снижение.

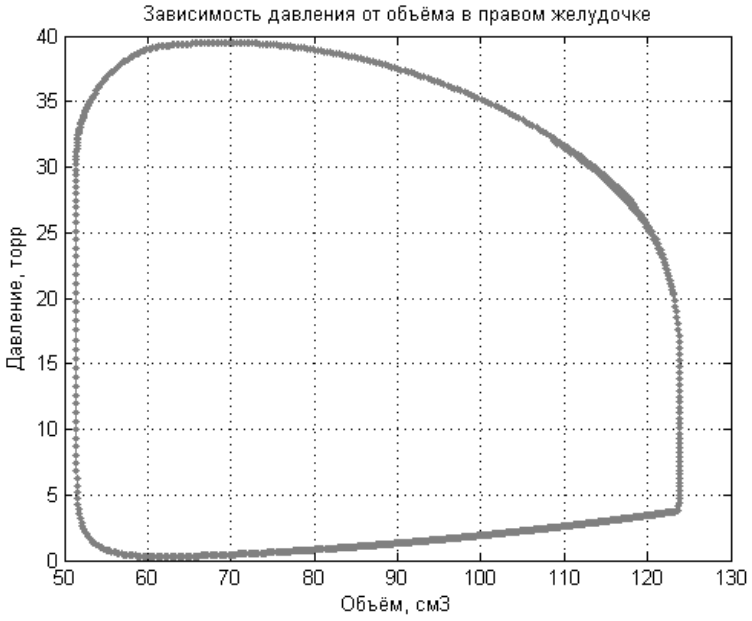


Рис. 2. Зависимость «давление-объём» в правом желудочке

Ввиду высокой сложности и значительной ресурсоемкости проведения гемодинамических исследований, их широкое использование в повседневной клинической практике пока остается ограниченным. Тем не менее, анализ взаимосвязей между объемными показателями циркулирующей крови, уровнями артериального давления и характеристиками кровотока в полости левого желудочка способен обеспечить получение ценной информации относительно функционирования сердечно-сосудистой системы. В частности, феномен ретроградного тока крови из аорты обратно в полость левого желудочка, сопровождаемого резким повышением внутриполостного давления, является важным диагностическим признаком развития аортальной регургитации (недостаточности). Эта патологическая ситуация возникает вследствие неполноценной функции аортального клапана, который перестает эффективно препятствовать обратному забросу крови из аорты в левый желудочек после завершения фазы изгнания.

На рис. 3 приведён результат моделирования фазовой петли правого желудочка, где отражена зависимость давление – объём.

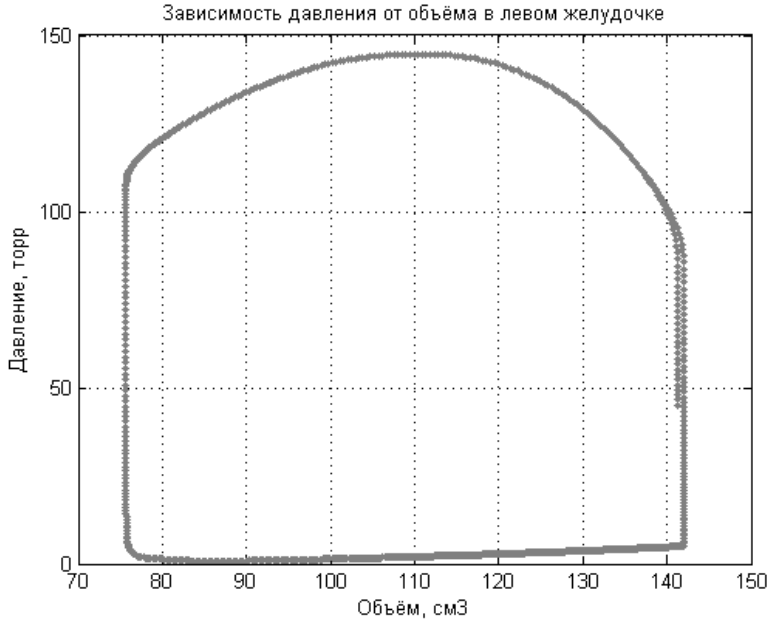


Рис. 3. Зависимость «давление-объём» в левом желудочке

Таким образом, на рис. 2-3 представлены результаты моделирования фазовых петель, имитирующих зависимости между параметрами давления, объема и скорости кровотока в полостях сердечных желудочков. Фазовая петля, соответствующая левому желудочку, отражает динамику изменения соотношения "объем-давление". Нижний участок этой кривой представляет собой фазу диастолы, когда происходит расслабление миокарда и заполнение желудочка кровью. Верхний сегмент отображает фазу систолы,

характеризующуюся активным выбросом крови в артериальное русло. Левый участок петли соответствует периоду изоволюмической релаксации, тогда как правый сегмент обозначает период изоволюмического сокращения, предшествующий началу фазы изгнания.

Геометрические характеристики данной фазовой петли, включая её конфигурацию, положение в пространстве координат и размеры, являются объектом тщательного анализа со стороны специалистов-кардиологов. Предложенная модель и исследования на её базе направлены на развитие нового направления на стыке методов медицины, математических методов и нейронных сетей – математической кардиологии [3-5].

Источники

1. Фролов, С. В. Система поддержки принятия врачебных решений в кардиологии на основе цифрового двойника сердечно-сосудистой системы / С. В. Фролов, А. А. Коробов, А. Н. Ветров // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. Т. 11, № 1(40). С. 3-4. DOI 10.26102/2310-6018/2023.40.1.007.

2. Фролов, С. В. Математическое моделирование пульсирующего сердца с дефектом межжелудочковой перегородки / С. В. Фролов, Д. Е. Судаков, А. А. Коробов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2024. № 2(50). С. 82-101. DOI 10.21685/2227-8486-2024-2-6.

3. Dual-contoured model of cardiovascular system regulation / A. A. Korobov, S. V. Frolov, N. E. Aliyev, I. E. Rodionova // Journal of Physics: Conference Series : VI International Scientific and Practical Conference "Virtual Simulation, Prototyping and Industrial Design 2019, VSPID-2019". Tambov: Institute of Physics Publishing, 2020. P. 012006. DOI 10.1088/1742-6596/1553/1/012006.

4. Модель сердечно-сосудистой системы с регуляцией на основе нейронной сети / С. В. Фролов, А. А. Коробов, Д. Ш. Газизова, А. Ю. Потлов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 2(38). С. 79-94. DOI 10.21685/2227-8486-2021-2-5.

5. Градиентный метод нейросетевого управления многосвязными нелинейными нестационарными стохастическими системами / С. В. Фролов, А. А. Коробов, А. Ю. Потлов, К. С. Савинова // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2021. № 5. С. 41-48. DOI 10.25791/pribor.5.2021.1262.

УДК 621.313.333

СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПУСКА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ ПРЯМОМ ПУСКЕ И ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗАДАТЧИКА ИНТЕНСИВНОСТИ ПУТЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Жестерев Михаил Владимирович
Липецкий государственный технический университет, г. Липецк, Россия
mixailzhesterev@gmail.com

Аннотация. В статье проведено комплексное исследование энергоэффективности пуска электродвигателя постоянного тока типа Д-808 мощностью 47 кВт. Сравнительный анализ прямого пуска (DOL) и пуска с использованием задатчика интенсивности (УПП) выполнен с учетом динамики переходных процессов, тепловых режимов и механических нагрузок. Приведены результаты математического моделирования, демонстрирующие преимущества управляемого пуска при частых включениях.

Ключевые слова: двигатель постоянного тока, прямой пуск, задатчик интенсивности, энергоэффективность, пусковой ток, MATLAB.

COMPARISON OF THE ENERGY EFFICIENCY OF STARTING AN ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE WITH DIRECT START-UP AND USING AN INTENSITY SENSOR BY MATHEMATICAL MODELING

Zhesterev Michail Vladimirovich
Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia
mixailzhesterev@gmail.com

Abstract. The article presents a comprehensive study of the energy efficiency during starting of a DC motor type D-808 with 47 kW power rating. A comparative analysis of direct-on-line (DOL) starting and starting using a ramp load controller (soft starter) was performed, taking into account transient dynamics, thermal regimes and mechanical loads. The results of mathematical modeling demonstrating the advantages of controlled starting during frequent switching operations are presented.

Key words: DC motor, direct-on-line starting, ramp load controller, energy efficiency, starting current, MATLAB.

В условиях ужесточающихся требований к энергоэффективности промышленного оборудования, закрепленных в Стратегии развития электросетевого комплекса РФ [1] и международных стандартах IEC 60034-30,

особую актуальность приобретает проблема оптимизации пусковых режимов мощных электродвигателей. Для двигателей постоянного тока типа Д-808 номинальной мощностью 47 кВт, широко применяемых в металлургической и горнодобывающей промышленности, традиционный прямой пуск сопряжен с рядом существенных технических проблем.

При прямом подключении к сети двигатель Д-808 демонстрирует экстремальные пусковые токи, достигающие 10-12 кратного значения от номинального (до 3,000 А), что создает значительную нагрузку на питающую сеть и может вызывать просадки напряжения до 20-25%. Одновременно наблюдаются значительные динамические нагрузки на механическую часть привода - ударные моменты величиной до 8Мн приводят к повышенному износу подшипниковых узлов, муфт и редукторов. Энергетическая эффективность такого пускового режима крайне низка – коэффициент полезного действия в момент пуска не превышает 40-45%, а потери энергии в обмотках якоря достигают 15-18% от номинальных значений.

В качестве современной альтернативы специалисты предлагают применение интеллектуальных задатчиков интенсивности нового поколения. Эти устройства обеспечивают плавное нарастание момента с регулируемой скоростью (2-10 сек), что позволяет минимизировать механические ударные нагрузки на привод. Благодаря точному ограничению пускового тока на уровне 2,5-3,5Iн достигается существенное снижение нагрузки на питающую сеть. Современные алгоритмы управления, применяемые в таких системах, обеспечивают снижение тепловых потерь на 35-45% по сравнению с прямым пуском, что особенно важно для двигателей, работающих в режиме частых пусков.

Последние разработки в этой области включают:

– Гибридные системы, сочетающие УПП с частотными преобразователями;

– Адаптивные алгоритмы, учитывающие температуру обмоток;

– Функции прогнозирования остаточного ресурса двигателя;

– Возможность интеграции в системы промышленного IoT.

Эксплуатационная практика показывает, что применение современных задатчиков интенсивности для двигателей типа Д-808 позволяет:

– Снизить энергопотребление при пуске на 40-50%;

– Увеличить межремонтный период в 1,8-2,2 раза;

– Сократить затраты на техническое обслуживание на 25-35%;

– Обеспечить плавную работу механизмов даже при частых пусках (до 30-40 включений в час).

Эти решения полностью соответствуют требованиям Технического регламента ЕАЭС 038/2016 и могут быть рекомендованы для модернизации существующих промышленных приводов.

Методика исследования.

Пусковой ток: $I_{ПУСК} = \frac{U_{НОМ}}{R_{Я}}$; (1)

Пусковой момент: $M_{ПУСК} = k_{ф} \cdot I_{ПУСК}$; (2)

Энергопотребление: $W_{DOL} = U \cdot I_{ПУСК} \cdot t_{ПУСК}$. (3)

Проведем математическое моделирование в оболочке MATLAB Simulink. Составим математическую модель двигателя Д-808 (табл. 1). Результаты моделирования представлены на рис. 1. Исследование выполнено в соответствии с требованиями в источнике [2].

Таблица 1. Технические характеристики Д-808

Рн, кВт	n, об/мин	Iн, А	rя+rд.п., Ом	rв, Ом	Wв, витк.	Фн, мВб	Iвн, А	J, кг·м2
47	825	238	0,0295	44,4	1250	37,2	3,93	2

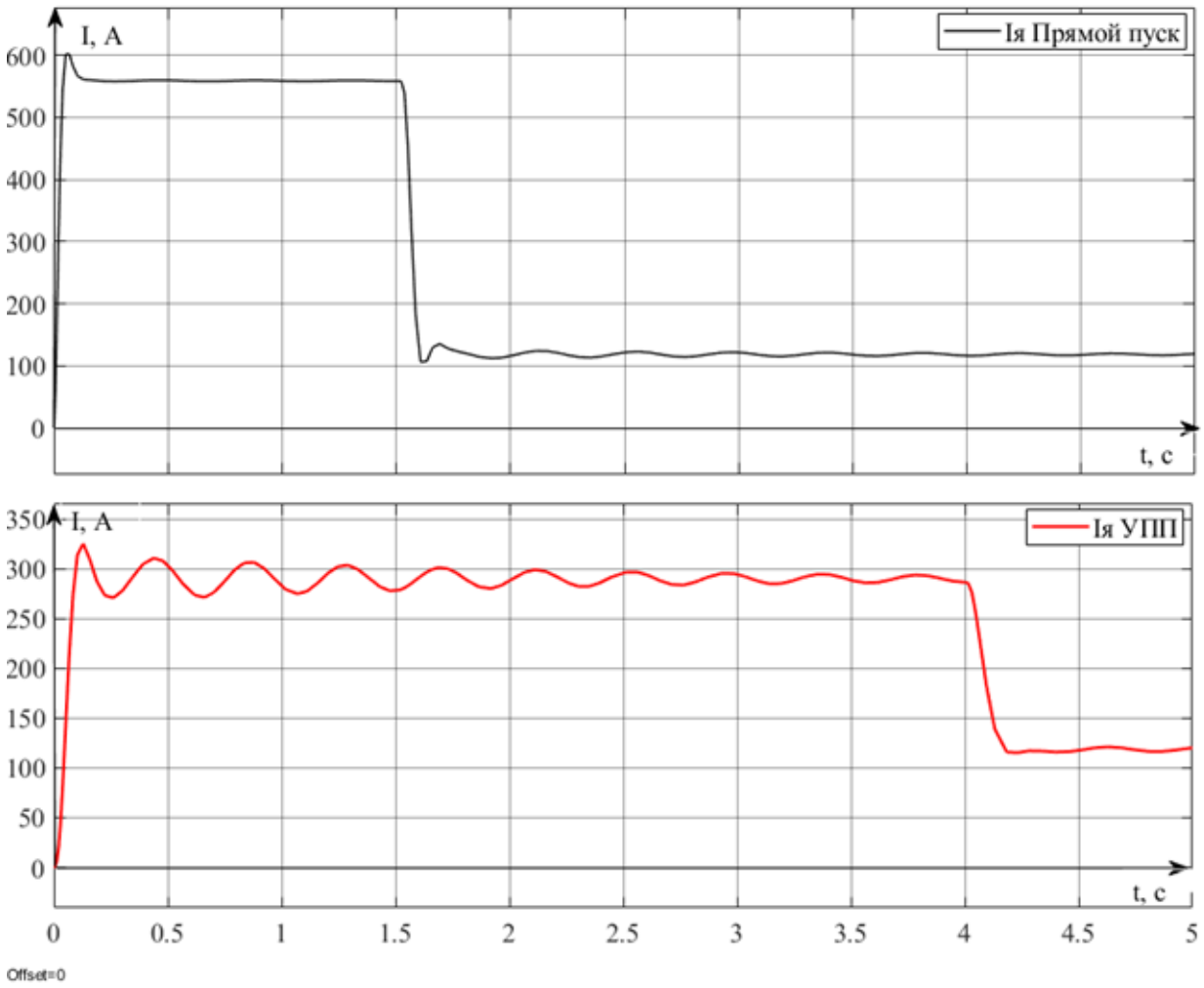


Рис. 1. Пусковые токи Д-808 при прямом пуске и пуске с УПП

Проведем расчет энергопотребления по формуле (3).

Для прямого пуска:

$$W_{DOL} = U \cdot I_{ПУСК} \cdot t_{ПУСК} = 220В \cdot 594А \cdot 1,57с = 205,17кДж;$$

Для пуска с УПП:

$$W_{DOL} = U \cdot I_{ПУСК} \cdot t_{ПУСК} = 220В \cdot 298А \cdot 3,98с = 260,93кДж;$$

Таким образом, можно сделать вывод, что для пуска мощного электропривода постоянного тока энергоэффективнее использовать прямой пуск. Однако, стоит отметить, что этот вывод верен, при рассмотрении единовременного запуска (частота пуска <5 раз в час), что подтверждает информацию, указанную в источнике [3].

Проведем сравнительный анализ затрат для двигателя Д-808 при различных режимах эксплуатации:

Капитальные затраты:

Прямой пуск: отсутствие дополнительного оборудования

УПП: стоимость контроллера ~150 тыс. руб. (для данного типа двигателей)

Эксплуатационные расходы (при 10 пусках/день) сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Расчет расходов

Параметр	Прямой пуск	УПП
Энергопотребление, МДж/год	949	748
Срок службы щеток, ч	4000	6500
Ремонты, руб/год	85 000	32 000

Расчет окупаемости, при тарифе 5 руб/кВт·ч и 250 рабочих днях:

Годовая экономия ≈ 251 тыс. руб.

При выборе схемы пуска для двигателя Д-808 необходимо учитывать режим эксплуатации и требования к надежности системы. Для оборудования с редкими пусками (менее 5 включений в час) допустимо применение прямого пуска, но рекомендуются дополнительные защитные меры. К ним относится установка токоограничивающих резисторов в якорную цепь, которые снижают начальный бросок тока на 30-40%, а также применение плавких предохранителей класса gR, обеспечивающих надежную защиту при перегрузках.

Для механизмов с частыми пусками (более 10 включений в час) обязательным становится использование устройств плавного пуска (УПП). Оптимальными параметрами для Д-808 являются время разгона 2-5 секунд и ограничение пускового тока на уровне 2,5Iн. Среди проверенных решений

можно рекомендовать модели Siemens SIRIUS 3RW44 или ABB PSR, которые демонстрируют стабильную работу в составе приводов подобной мощности.

Особое внимание следует уделить критичным по нагрузкам механизмам, где важна плавность работы как при пуске, так и при останове. В таких случаях эффективно комбинированное решение, включающее УПП совместно с демпферной муфтой, а также систему частотного регулирования, обеспечивающую контролируемое торможение. Такой подход позволяет минимизировать ударные нагрузки на редукторы и другие элементы кинематической цепи, увеличивая межремонтный интервал оборудования на 40-50%.

Проведенные исследования позволили выделить несколько ключевых направлений для дальнейшей разработки усовершенствованных систем управления пуском. Одним из наиболее перспективных является создание адаптивных алгоритмов управления, способных автоматически корректировать параметры пуска в зависимости от степени износа щеточного узла и компенсировать температурный дрейф характеристик двигателя. Такие интеллектуальные системы могли бы существенно увеличить ресурс оборудования и стабильность его работы в различных эксплуатационных условиях.

Особый интерес представляют разработки в области рекуперации энергии, где современные технологии позволяют возвращать в электрическую сеть до 15% энергии, выделяющейся при торможении двигателя.

Не менее важным направлением является развитие систем дистанционного мониторинга состояния электропривода. Внедрение встроенных датчиков вибрации нового поколения в сочетании с алгоритмами анализа формы потребляемого тока открывает возможности для ранней диагностики потенциальных неисправностей. Такие системы могли бы не только фиксировать текущее состояние оборудования, но и прогнозировать его остаточный ресурс на основе анализа динамики изменения рабочих параметров.

В результате составленной математической модели, были получены результаты по котором можно сделать вывод об энергоэффективность способов запуска двигателей постоянного тока большой мощности. Данные результаты соответствуют математическим ожиданиям и подтверждает информацию, указанную в литературных источниках.

Источники

1. Стратегия развития электросетевого комплекса Российской Федерации. Утверждена распоряжением Правительства РФ № 511-р от 03.11.2013.

2. ГОСТ Р 52776-2007 Машины электрические вращающиеся. Методы испытаний. –Введ. 2008-07-01. –М.: Стандартинформ, 2007. С. 24.

3. Петров А.В. Управление электроприводами постоянного тока. СПб.: Энерготех, 2020. С. 312.

УДК 536.2

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТЕПЛОВОГО АККУМУЛЯТОРА

Зинуров Вадим Эдуардович, Абдуллина Азалия Айратовна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
vadd_93@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрено влияние пространственной конфигурации упорядоченной дисперсной среды из графита на изменение эффективной теплопроводности в зависимости от температуры на входе в расчетную область. Проведено численное моделирование в программной среде ANSYS Fluent с применением модели Монте-Карло для учета лучистого теплообмена. Анализ трёх конфигураций – чередующихся форм «квадрат-ромб», квадратов и ромбов – показал, что максимальная теплопроводность достигается при направлении теплового потока через квадратные элементы. Установлено, что геометрия укладки частиц оказывает значительное влияние на длину теплового пути и интенсивность теплообмена. Результаты могут быть использованы при проектировании теплоаккумуляторов с управляемыми характеристиками теплопередачи.

Ключевые слова: тепловой аккумулятор, дисперсная среда, теплопроводность, ANSYS Fluent, геометрия упаковки, фазовый теплоноситель, численное моделирование, теплообмен, теплопередача, лучистый перенос.

INFLUENCE OF PARTICLE ARRANGEMENT GEOMETRY ON THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE EFFECTIVE THERMAL CONDUCTIVITY OF A THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM

Zinurov Vadim Eduardovich, Abdullina Azalia Ayratovna
KSPEU, Kazan, Russia
vadd_93@mail.ru

Abstract. This paper investigates the influence of the spatial configuration of an ordered graphite-based dispersed medium on the temperature-dependent behavior of its effective thermal conductivity. Numerical modeling was carried out using the ANSYS Fluent software with the Monte Carlo method to account for radiative heat transfer. The analysis of three particle configurations — alternating "square–diamond" forms, squares, and diamonds — showed that maximum thermal conductivity is achieved when the heat flow is directed through square elements. It was found that the geometry of particle packing significantly affects the length of the thermal path and the intensity

of heat transfer. The results can be applied in the design of thermal energy storage systems with controlled heat transfer characteristics.

Keywords: thermal energy storage, dispersed medium, thermal conductivity, ANSYS Fluent, packing geometry, phase-change heat transfer fluid, numerical modeling, heat exchange, heat transfer, radiative transfer.

Современные системы аккумулирования тепловой энергии играют ключевую роль в развитии устойчивой энергетики, поскольку они позволяют не только компенсировать временные колебания выработки электроэнергии от нестабильных возобновляемых источников, таких как солнечные и ветровые установки, но и обеспечивают стабильную и бесперебойную подачу тепла в периоды пикового спроса [1-3]. Одним из перспективных направлений является использование твёрдых дисперсных материалов, таких как графит, в качестве теплоаккумулирующей среды [4]. Успешное применение подобных систем зависит не только от свойств самих материалов, но и от геометрической организации частиц, которая влияет на тепловой контакт, радиационный теплообмен и, в конечном итоге, на эффективную теплопроводность всей системы [5, 6].

Понимание зависимости теплопередачи от конфигурации материала особенно важно в условиях высокотемпературной эксплуатации, когда совокупность теплопроводности, конвекции и излучения определяет поведение системы. Настоящая работа направлена на изучение влияния пространственной структуры графитовой среды на изменение эффективной теплопроводности при изменении температуры на входе в расчетную область.

Для анализа были рассмотрены три различных направления теплового потока в системе с упорядоченно размещёнными частицами графита: 1. Подача тепла со стороны чередующихся форм «квадрат–ромб»; 2. Подача тепла через исключительно квадратные элементы; 3. Подача тепла через ромбовидные частицы.

Каждая конфигурация реализована с сохранением одинакового размера частиц и межчастичного расстояния, что позволило изолировать влияние геометрической ориентации на теплоперенос. Расчёты проводились в ANSYS Fluent с использованием модели Монте-Карло, что обеспечило высокую точность при учёте направленного излучения и отражений между частицами.

На рисунке 1 приведена зависимость эффективной теплопроводности λ от температуры $t_{вх}$ на входе в расчетную область для трёх исследуемых конфигураций. Кривые показывают увеличение теплопроводности с ростом температуры, что обусловлено усилением лучистого теплообмена и температурозависимостью свойств графита.

Анализ моделирования показал, что максимальная теплопроводность (до 0.71 Вт/(м·ºС) достигается при подаче теплового потока через квадратные частицы, что связано с прямолинейным прохождением теплового потока и минимальной длиной пути теплопередачи. Конфигурация «квадрат–ромб» демонстрирует промежуточные значения. Геометрическая неоднородность увеличивает длину теплового пути, что снижает общую эффективность передачи. Ромбовидная структура характеризуется наименьшей теплопроводностью. Наклонные грани частиц удлиняют путь теплопередачи и создают дополнительное сопротивление.

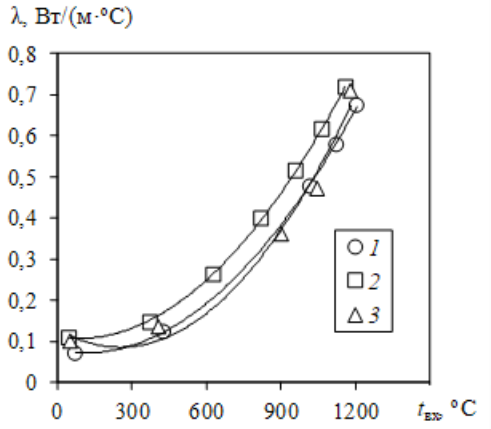


Рис. 1. Зависимость эффективной теплопроводности от температуры на входе в расчетную область: *1* – чередующиеся формы «квадрат–ромб»; *2* – квадраты; *3* – ромбы

Таким образом, ориентация частиц относительно направления теплового потока оказывает ключевое влияние на формирование температурного поля внутри аккумулятора. Кроме того, плотная укладка квадратных частиц способствует более интенсивному лучистому обмену между поверхностями, тогда как увеличенные зазоры и угловая асимметрия в ромбовидной структуре ухудшают этот механизм.

Следует отметить, что в ранее рассмотренных моделях с хаотичным расположением частиц также наблюдалась высокая теплопроводность за счёт плотных межчастичных контактов и усиленного радиационного обмена. Однако упорядоченные конфигурации позволяют целенаправленно управлять направленностью и интенсивностью тепловых потоков.

Результаты численного моделирования могут быть использованы при оптимизации упаковки теплового наполнителя в конструкциях аккумуляторов энергии. При проектировании аккумуляторов с направленным потоком тепла предпочтительно использовать квадратные элементы. При ограничениях по форме и плотности упаковки можно рассматривать комбинированные структуры. При необходимости повышения лучистого теплообмена следует учитывать ориентацию и плотность укладки частиц.

Проведённое исследование продемонстрировало существенное влияние пространственной структуры дисперсной среды на теплопередачу в тепловых аккумуляторах. Наибольшая эффективность достигается при подаче теплового потока через квадратные элементы, в то время как ромбовидные структуры создают дополнительное сопротивление из-за увеличенной длины теплового пути.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-29-20061, https://rscf.ru/project/24-29-20061/.

Источники

1. Зинуров, В. Э. Моделирование теплообмена в тепловом накопителе энергии для агропромышленного комплекса / В. Э. Зинуров, Г. Х. Гумерова, О. С. Чернова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 206. С. 54-61.

2. Зинуров, В. Э. Энергоэффективный тепловой накопитель с высокотемпературным рабочим телом для агропромышленных объектов / В. Э. Зинуров, Н. Д. Якимов, О. С. Чернова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 204. С. 82-90.

3. Оценка процесса переноса энергии в тепловом накопителе с высокотемпературным рабочим телом при его разрядке / А. Н. Чадаев, А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. 2024. Т. 24, № 4. С. 73-85.

4. Алгоритм расчета многослойной системы теплоизоляции теплового накопителя энергии с высокотемпературным рабочим телом / А. Н. Чадаев, А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2024. Т. 26, № 6. С. 166-179.

5. Зинуров, В. Э. Численное моделирование теплопередачи в накопителе энергии с высокотемпературным рабочим телом / В. Э. Зинуров, А. М. Мугинов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 205. С. 109-116.

6. Зинуров, В. Э. Использование теплового накопителя энергии для обогрева теплиц с использованием солнечных панелей / В. Э. Зинуров, А. Н. Чадаев, К. И. Разакова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 201. С. 90-97.

УДК 697.1

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В ЗАМКНУТОМ КОНТУРЕ С ФАЗОВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ НА БАЗЕ ТЕПЛОВОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ТЕПЛИЦ

Зинуров Вадим Эдуардович, Бадретдинова Гузель Рамилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
vadd_93@mail.ru

Аннотация: В работе рассматривается замкнутая система циркуляции фазового теплоносителя, интегрированная с высокотемпературным тепловым накопителем энергии и предназначенная для обогрева тепличного грунта. Проведено математическое моделирование переходных температурных процессов в программной среде SimInTech с учётом фазовых переходов, теплообмена и сопротивления трубопроводов. Особое внимание уделено влиянию температуры теплообменной поверхности на динамику прогрева и достижение устойчивого режима работы системы. Результаты расчётов показали, что повышение температуры нагрева ускоряет выход на квазистационарный режим и снижает инерционность тепловой реакции, сохраняя при этом стабильность температурного режима.

Ключевые слова: тепловой накопитель энергии, фазовый теплоноситель, тепличное отопление, математическое моделирование, SimInTech, замкнутый контур, тепловая труба, квазистационарный режим, передача тепла, агропромышленность.

MATHEMATICAL MODELING OF TRANSIENT TEMPERATURE REGIME IN A CLOSED LOOP WITH PHASE-CHANGE HEAT TRANSFER FLUID BASED ON A THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM FOR GREENHOUSE HEATING

Zinurov Vadim Eduardovich, Badretdinova Guzel Ramilevna
KSPEU, Kazan, Russia
vadd_93@mail.ru

Abstract. This paper presents a closed-loop system with a circulating phase-change heat transfer fluid integrated with a high-temperature thermal energy storage unit, designed for greenhouse soil heating. Mathematical modeling of transient temperature processes was carried out in the SimInTech software environment, taking into account phase transitions, heat transfer, and pipeline resistance. Special attention is paid to the influence of the heat exchange surface temperature on the heating dynamics and the system’s transition to a steady-state regime. The simulation results show

that increasing the heating surface temperature accelerates the system's transition to a quasi-stationary mode and reduces the thermal response inertia while maintaining thermal stability.

Keywords: thermal energy storage, phase-change heat transfer fluid, greenhouse heating, mathematical modeling, SimInTech, closed-loop system, heat pipe, quasi-stationary regime, heat transfer, agro-industrial sector.

Энергетическое обеспечение тепличных комплексов остаётся одной из наиболее ресурсоёмких и затратных статей в агропромышленном производстве. В условиях роста стоимости энергоресурсов, нестабильности поставок и необходимости перехода к устойчивому развитию всё большее внимание уделяется внедрению инновационных энергосберегающих решений, способных обеспечить надежность, автономность и гибкость в эксплуатации. Одним из таких направлений является использование систем теплового аккумулирования, позволяющих накапливать избыточную тепловую энергию в периоды её доступности (например, при пиковом производстве от возобновляемых источников энергии) и использовать её в моменты потребности – в ночное время, при понижении температуры окружающей среды или сбоях в энергоснабжении [1].

Среди разнообразных схем накопления тепловой энергии особое место занимают высокотемпературные тепловые накопители с возможностью подключения к замкнутым теплогидравлическим контурам, в которых циркулирует рабочее тело с фазовыми переходами [2]. Такие решения обладают целым рядом преимуществ: высокая плотность запасённой энергии, компактность конструкции, возможность точного контроля теплопередачи и эффективная работа при переменных режимах теплоподачи [3].

Особый интерес представляет организация передачи накопленного тепла от теплоаккумулятора к объекту обогрева посредством тепловой трубы – замкнутой системы, в которой теплоноситель при нагреве испаряется, перемещается в зону теплопередачи (например, в грунт теплицы), где конденсируется и отдаёт тепло, а затем в виде жидкости возвращается обратно. Благодаря фазовым переходам и естественной циркуляции такая система способна обеспечивать высокую эффективность передачи тепла при минимальном перепаде температур. Однако для обеспечения надёжности и безопасности эксплуатации требуется детальный инженерный расчёт параметров системы с учётом переходных процессов, распределения температуры, давления, фазовых границ и выбора конструкционных материалов.

В данной работе рассматривается модель, имитирующая работу замкнутого циркуляционного контура с фазовым теплоносителем, интегрированного с высокотемпературным тепловым накопителем энергии. Особое внимание уделяется анализу температурных переходных процессов,

определяющих эффективность и динамику запуска системы при различных значениях температуры теплообменной поверхности.

Математическое моделирование выполнено с использованием специализированного программного комплекса SimInTech, позволяющего учитывать сложные теплогидравлические процессы с фазовыми переходами в нестационарной постановке. Это позволяет максимально приблизить результаты моделирования к реальным условиям эксплуатации систем отопления теплиц и обеспечить инженерную достоверность расчётов.

Исследуемая система представляет собой замкнутый теплогидравлический контур, предназначенный для обогрева тепличного грунта с использованием фазового теплоносителя. В её состав входят бак-испаритель, в котором вода нагревается и переходит в пар, горизонтальная паровая линия для транспортировки пара в зону теплопередачи, участок грунта, где происходит конденсация и отдача тепла, а также линия возврата жидкости в испаритель. Нагрев воды осуществляется через теплообменную стенку бака, температура которой принимает значения 150, 175 и 200 ºС.

На графике представлены зависимости температуры теплоносителя в баке-испарителе от времени при различных температурах нагрева. Во всех случаях наблюдается характерный переход от нестационарного к квазистационарному режиму. Повышение температуры нагрева ускоряет прогрев системы, что связано с более интенсивным парообразованием и передачей тепла.

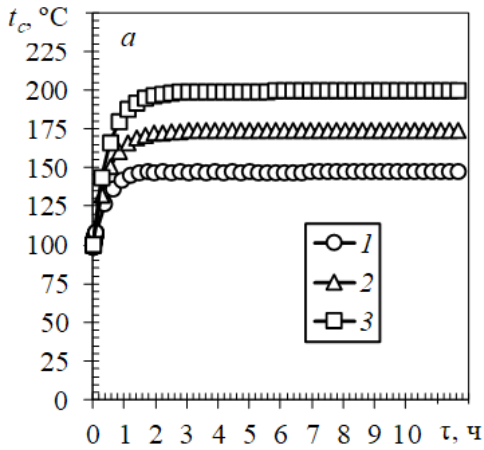


Рис. 1. Изменение температуры в баке-испарителе при различных значениях температуры теплообменной поверхности: *1* – 150 ºС; *2* – 175 ºС; *3* – 200 ºС

Результаты моделирования показывают (рис. 1), что инерционность тепловой реакции системы уменьшается с ростом температуры теплообменной поверхности. Это позволяет гибко адаптировать систему к условиям переменного энергоснабжения, что особенно актуально при использовании возобновляемых источников энергии. Анализ температурных кривых подтверждает стабильность системы: после выхода на устойчивый режим

колебания температуры незначительны, что критически важно для сельскохозяйственных объектов, чувствительных к перегреву.

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности формирования рекомендаций по выбору режимов нагрева и оценке термомеханической прочности конструкционных элементов системы. На основе температур и давлений, определённых в процессе моделирования, возможно обоснованно подбирать материалы для труб и теплообменников, что снижает риски разрушения и увеличивает срок службы оборудования. Гибкость предложенной модели делает её применимой для различных масштабов тепличных комплексов и даже других рабочих сред с аналогичной схемой фазового переноса энергии.

В результате проведённого исследования подтверждена эффективность предложенной системы и адекватность применяемого математического аппарата. Модель в SimInTech показала высокую воспроизводимость результатов и может быть использована как инструмент проектирования энергоэффективных отопительных систем на базе теплового накопителя энергии.

Работа выполнена за счет гранта Академии наук Республики Татарстан, предоставленного молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации, выполнения научно-исследовательских работ, а также выполнения трудовых функций в научных и образовательных организациях Республики Татарстан в рамках Государственной программы Республики Татарстан «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан.

Источники

1. Зинуров, В. Э. Моделирование теплообмена в тепловом накопителе энергии для агропромышленного комплекса / В. Э. Зинуров, Г. Х. Гумерова, О. С. Чернова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 206. С. 54-61.

2. Оценка процесса переноса энергии в тепловом накопителе с высокотемпературным рабочим телом при его разрядке / А. Н. Чадаев, А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. 2024. Т. 24, № 4. С. 73-85.

3. Алгоритм расчета многослойной системы теплоизоляции теплового накопителя энергии с высокотемпературным рабочим телом / А. Н. Чадаев, А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2024. Т. 26, № 6. С. 166-179.

УДК 004.738.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ

Казиханов Булат Рафилевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
b.kazikhanov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение цифровых платформ для моделирования и оптимизации логистических процессов. Анализируются преимущества использования цифровых технологий в логистике, описываются современные инструменты моделирования и примеры их реализации на практике. Особое внимание уделяется повышению эффективности управления цепями поставок за счёт внедрения цифровых решений и платформенных подходов.

Ключевые слова: логистика, цифровые платформы, моделирование, оптимизация, цепочка поставок, управление, цифровизация.

MODELING AND OPTIMIZATION OF LOGISTICS PROCESSES USING DIGITAL PLATFORMS

Kazikhanov Bulat Rafilevich
KSPEU, Kazan, Russia
b.kazikhanov@mail.ru

Annotation. The article discusses the use of digital platforms for modeling and optimizing logistics processes. The advantages of using digital technologies in logistics are analyzed, modern modeling tools and examples of their implementation in practice are described. Particular attention is paid to improving the efficiency of supply chain management through the introduction of digital solutions and platform approaches.

Keywords: logistics, digital platforms, modeling, optimization, supply chain, management, digitalization.

Современные логистические системы становятся всё более сложными и взаимосвязанными. В условиях глобализации и цифровизации экономики повышается потребность в гибких, адаптивных и интеллектуальных подходах к управлению логистическими процессами. Одним из наиболее перспективных направлений является использование цифровых платформ для моделирования и оптимизации логистики. Такие платформы обеспечивают интеграцию участников цепей поставок, позволяют прогнозировать поведение системы и

принимать обоснованные управленческие решения на основе анализа больших данных [1].

Моделирование логистических процессов позволяет предсказывать последствия различных управленческих решений, выявлять узкие места и оценивать эффективность альтернативных сценариев. В сочетании с возможностями цифровых платформ моделирование выходит на новый уровень: появляется возможность работать с актуальной информацией в реальном времени, учитывать поведенческие паттерны и внешние риски.

Цифровые платформы представляют собой комплексные ИТ-системы, предназначенные для координации и взаимодействия всех участников логистических операций [2]. Они включают в себя модули для мониторинга транспортировки, анализа запасов, планирования маршрутов, оценки спроса и управления поставками. Примеры таких решений: SAP SCM, Oracle Transportation Management, российские разработки на базе 1С и платформы типа «Цифровая логистика».

Одним из ключевых преимуществ цифровых платформ является возможность работы с большими массивами данных, поступающими от IoT-устройств, ERP-систем и сторонних источников. Благодаря этому обеспечивается лучшая видимость всех этапов логистической цепи, снижаются расходы и достигается более эффективное планирование маршрутов и сроков поставок [3].

Моделирование — это создание формализованного представления логистической системы, включающее ключевые параметры, зависимости и правила функционирования. В качестве модели логистической системы могут использоваться математические, имитационные или их совмещённые вариации. На практике наиболее часто применяются имитационные модели, реализуемые в средах AnyLogic, Arena, Simul8 [4].

Цифровые платформы позволяют интегрировать модели с реальными данными, тем самым обеспечивая более точный прогноз и возможность оперативного реагирования на изменения. Например, при помощи модели можно оценить влияние увеличения спроса на сроки доставки или выявить оптимальные маршруты для распределения продукции с учётом текущей загруженности дорог.

На примере крупной логистической компании можно рассмотреть внедрение цифровой платформы управления складами. Благодаря автоматическому анализу данных о движении товаров и использованию имитационной модели, удалось сократить время комплектации заказов на 18%, а издержки на хранение – на 12%.

Другой пример – цифровая платформа для агрегации поставщиков и транспортных компаний. В режиме реального времени система находит

оптимальное сочетание поставщик–транспорт–потребитель, что особенно актуально в условиях дефицита транспортных

Несмотря на очевидные преимущества, широкому внедрению цифровых платформ препятствуют следующие факторы: высокая стоимость внедрения, необходимость интеграции с существующими ИТ-системами, недостаток квалифицированных специалистов [5]. Также необходимо уделять особое внимание вопросам информационной безопасности и сохранности передаваемых и хранимых данных.

Тем не менее, тренд на цифровизацию логистики продолжает набирать обороты [6]. В ближайшие годы можно ожидать активного развития отечественных платформ и распространения решений на базе искусственного интеллекта и машинного обучения.

Применение цифровых решений для анализа и усовершенствования логистических операций позволяет существенно укрепить стабильность логистических систем и улучшить показатели их результативности. Интеграция моделирования, больших данных и цифровых интерфейсов открывает новые горизонты в управлении логистикой, позволяя организациям адаптироваться к изменяющимся условиям и оставаться конкурентоспособными.

Источники

1. Гребенюк С. Н., Чистяков В. А. Цифровая трансформация логистики: теория и практика // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 5: Экономика. 2022. № 3. С. 103–115.

2. Николаев П. А. Имитационное моделирование логистических процессов на цифровых платформах // Логистика и управление цепями поставок. 2021. № 6. С. 25–32.

3. Титова Л. В., Макаров А. С. Цифровая логистика: инструменты и технологии управления // Современные технологии в экономике и управлении. 2023. № 1. С. 56–62.

4. Зайцев А. Ю. Применение цифровых двойников в логистике // Информационные технологии и нанотехника. 2022. № 2. С. 89–94.

5. Егорова Т. М., Блинов А. Ю. Моделирование логистических процессов: современные подходы и инструменты // Управление экономическими системами. 2020. № 4. С. 41–48.

6. Силкина О.Ю., Зарипова Р.С. Основные тренды цифровой логистики // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 1 (23). С. 168-170.

УДК 621.926.22

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ БАРАБАННОГО ВАКУУМ-ФИЛЬТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Каменский Михаил Николаевич
Новомосковский институт (филиал) ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева,
г. Новомосковск, Россия
mkamensky@yandex.ru

Аннотация. В работе показаны основные преимущества разработки конструкции барабанного вакуум-фильтра в системе автоматизированного проектирования, в которой смоделированы основные его элементы.

Ключевые слова: барабанный вакуум-фильтр, фильтрование, автоматизированное проектирование, моделирование.

DEVELOPMENT OF A DRUM VACUUM FILTER DESIGN USING COMPUTER-AIDED DESIGN

Kamensky M.N.
Novomoskovsk Institute of Chemical Technology University named after D.I. Mendeleev,
Novomoskovsk, Russia
mkamensky@yandex.ru

Abstract. The paper shows the main advantages of developing a drum vacuum filter design in a computer-aided design system in which its main elements are modeled.

Keywords: drum vacuum filter, filtration, computer-aided design, modeling.

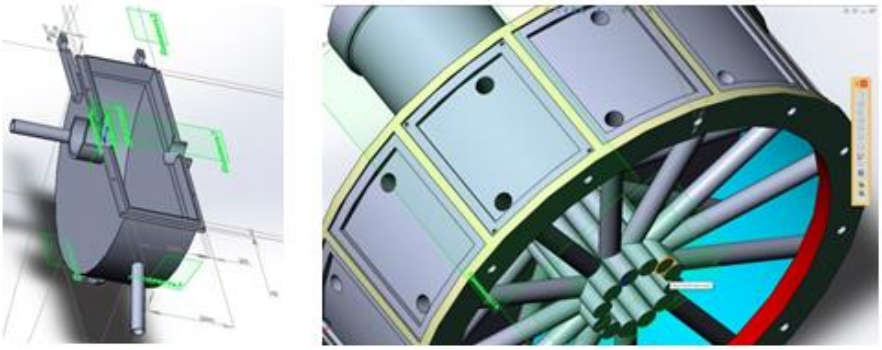
Барабанный вакуум-фильтр предназначен для отделения твердых частиц от жидкостей. Он широко применяется в горной [1], химической, пищевой и фармацевтической промышленности. Принцип работы барабанного вакуум-фильтра основан на создании вакуума, который способствует прохождению жидкости через фильтрующий материал.

Процесс фильтрации начинается с того, что барабан, частично погруженный в суспензию, вращается. В результате разницы давления, создаваемой насосом, жидкость проходит через фильтрующий материал, а твердые частицы оседают на поверхности барабана [2]. Далее при выходе из суспензии осадок, оставшийся на поверхности фильтровальной ткани промывается водой и барабан входит в зону сушки. При дальнейшем вращении

ячейки барабана перемещаются в зону удаления осадка. Здесь изнутри фильтра подаётся сжатый воздух, а осадок разрыхляется и отфильтрованные твердые частицы удаляются с помощью специального скребка [3].

Одним из главных преимуществ барабанного вакуум-фильтра является его высокая производительность и эффективность. Он позволяет достигать низкого содержания влаги в отфильтрованных твердых частицах, что делает его подходящим для процессов, требующих высокой степени очистки. Кроме того, благодаря своей конструкции, барабанный вакуум-фильтр занимает относительно небольшую площадь, что является удобным для установки в производственных помещениях.

С целью моделирования работы барабанного вакуум-фильтра, его конструкция была разработана в системе автоматизированного проектирования (САПР). Первыми были созданы конструкции корпуса, предназначенного для заполнения суспензией, а также барабана – вращающегося элемента фильтра (рис. 1, а, б). Сам барабан изнутри разделён перегородками на отдельные ячейки, соединённые трубками с распределительной головкой. В процессе создания были использованы функции: «вытянутая бобышка/основание», «вытянутый вырез», «круговой массив», «линейный массив».



а *б*

Рис. 1. Разработка конструкции: *а* – корпуса фильтра; *б* – барабана

Вместе с барабаном командой «бобышка вытянуть» и «круговой массив» были созданы трубки из противокоррозионного материала [4], по которым перемещается суспензия. Далее была спроектирована крышка барабана. Также в системе автоматизированного проектирования была создана решетка, предназначенная для равномерного распределения осадка на поверхности барабана. Затем проводилась сборка элементов фильтра и моделирование его работы (рис. 2). Причем, при обнаружении ошибок при проектировании или сборке система указывала на это, и просчеты сразу устранялись.

В связи с тем, что количество деталей барабанного вакуум-фильтра значительное, работа проводилась на компьютере с высокими характеристиками оперативной памяти.

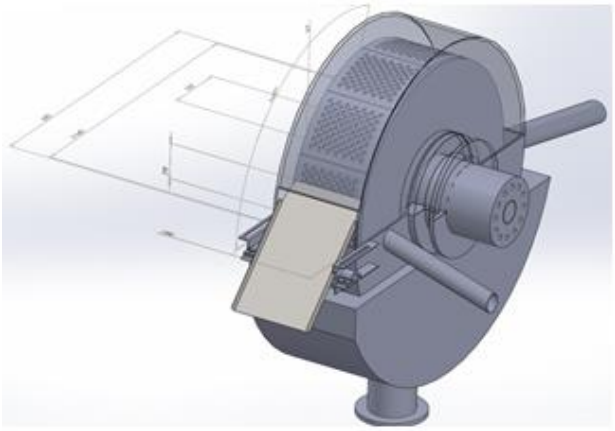


Рис. 2. Барабанный вакуум-фильтр

Разработанная в системе автоматизированного проектирования конструкция фильтра используется в учебном процессе [5] с целью моделирования работы, изучения внутреннего устройства, а также освоения основных этапов разработки конструкции оборудования в САПР.

Таким образом, с использованием системы автоматизированного проектирования была разработана конструкция барабанного вакуум-фильтра, в процессе обнаружения ошибок оперативно вносились изменения в проект, благодаря чему сократилось время на проектирование, и увеличилась производительность труда.

Источники

1. Лукиенко Л.В., Каменский М.Н. Повышение эффективности работы шахтных электровозов в наклонных выработках / Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2019. №4. С. 130–139.

2. Сигаев Н.П. Сафонов Б.П., Ефремов В.Н., Каменский М.Н. Методика определения реологических свойств порошкообразных абразивных масс // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т. 72. № 6. С. 37–39.

3. Додин Ю.С., Каменский М.Н. Расчет тепловыделения при сжатии заготовки без предварительного нагрева / Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2015. № 1. С. 93–100.

4. Лобанов Н.Ф., Каменский М.Н. Создание объёмно-пространственной структуры газотермического подслоя противокоррозионного покрытия / Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2014. № 2. С. 62–67.

5. Цыцора В.Я., Лукиенко Л.В., Каменский М.Н. К вопросу о формировании коммуникативной компетентности студентов / Известия Тульского государственного университета. Педагогика. 2020. № 2. С. 64–67.

УДК 656.07

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ ДОСТАВКИ: КАК СОКРАТИТЬ ВРЕМЯ И ЗАТРАТЫ В КУРЬЕРСКОЙ СЛУЖБЕ

Кирилин Артём Михайлович
Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия
kirilin.arty@yandex.ru

Аннотация. Статья рассматривает методы оптимизации маршрутов доставки с целью ускорения выполнения заказов и снижения затрат. Анализируются классические алгоритмы (Дейкстры, Беллмана-Форда) и современные подходы в лице A*. Уделено внимание его алгоритму, эвристике и сравнению с альтернативными методами. Проведено тестирование на реальных данных, оценивается эффективность алгоритмов по скорости и качеству маршрутов. Представлены рекомендации по выбору оптимального метода маршрутизации и перспективы развития логистических алгоритмов.

Ключевые слова: алгоритм A*, логистика, курьерская служба, оптимизация маршрутов, планирование доставки.

METHODS OF DELIVERY ROUTE OPTIMIZATION: HOW TO REDUCE TIME AND COSTS IN COURIER SERVICE

Kirilin Artyom Mikhailovich
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia
kirilin.arty@yandex.ru

Abstract. The article considers methods for optimizing delivery routes in order to speed up order fulfillment and reduce costs. It analyzes classical algorithms (Dijkstra, Bellman-Ford) and modern approaches such as A*. Attention is paid to its algorithm, heuristics and comparison with alternative methods. Testing on real data is performed, and the efficiency of the algorithms in terms of speed, route quality, and resource consumption is evaluated. Recommendations on the selection of the optimal routing method and the prospects for the development of logistic algorithms are presented.

Keywords: A* algorithm, logistics, courier service, route optimization, delivery planning.

В условиях роста спроса на быструю доставку курьерские службы сталкиваются с необходимостью эффективного планирования маршрутов. Пробки, дорожные работы и изменения в расписании клиентов усложняют задачу, делая статические методы неэффективными. Оптимизация маршрутов

позволяет снижать время доставки, сокращать эксплуатационные затраты и повышать качество сервиса.

Наиболее распространенные алгоритмы – Дейкстры, Беллмана-Форда и A*. Первые два обеспечивают точное нахождение кратчайшего пути, но могут требовать значительных вычислительных ресурсов. Алгоритм A* использует эвристики, что ускоряет поиск решений и делает его более адаптивным к изменяющимся условиям.

Цель исследования – анализ эффективности алгоритма A* в сравнении с классическими методами. Рассматриваются их преимущества и недостатки, оценивается влияние на скорость расчета и качество маршрута. На основе тестирования будут даны рекомендации по выбору метода для различных условий курьерской доставки.

Методы нахождения кратчайших маршрутов доставки

В сфере оптимизации маршрутов доставки ключевую роль играют алгоритмы поиска кратчайшего пути, такие как алгоритмы Дейкстры, Беллмана-Форда и A* [1]. Эти методы позволяют эффективно определять оптимальные маршруты, минимизируя время и затраты на доставку.

Алгоритм Дейкстры предназначен для поиска кратчайших путей от одной исходной вершины до всех остальных в графе с неотрицательными весами рёбер. Он последовательно выбирает вершину с минимальным текущим расстоянием, обновляет расстояния до её соседей и помечает её как посещённую. Процесс повторяется, пока все вершины не будут обработаны.

В отличие от алгоритма Дейкстры, алгоритм Беллмана-Форда способен обрабатывать графы с рёбрами отрицательного веса. Он инициализирует расстояния от исходной вершины до всех остальных как бесконечность, кроме самой исходной вершины. Затем алгоритм многократно (до $|V| - 1$ раз, где $|V|$ – количество вершин) проходит по всем рёбрам графа, пытаясь улучшить найденные расстояния [2]. Если после $|V| - 1$ итерации удаётся уменьшить расстояние до какой-либо вершины, это свидетельствует о наличии отрицательного цикла в графе. Сложность алгоритма составляет $O(|V| \cdot |E|)$, $|E|$ – где количества рёбер, что делает его менее эффективным на больших графах по сравнению с алгоритмом Дейкстры.

Алгоритм A* – это эвристический алгоритм поиска путей, используемый для вычисления оптимальных путей в статическом двумерном пространстве. Он сочетает в себе глобальный алгоритм планирования пути Дейкстры и эвристический алгоритм поиска по принципу «лучший-первый» BFS, используя функцию оценки стоимости в качестве метрики оценки, где меньшее значение функции указывает на более оптимальный узел пути. Алгоритм формирует оптимальный путь путем постепенного выбора наиболее оптимальных узлов.

Благодаря учету угловых ограничений в эвристической функции алгоритма A* мы можем оптимизировать планирование траектории для достижения поворотов под прямым углом [3]. Такая оптимизация позволяет сократить время и стоимость поворота для транспортного средства, обеспечивая более плавный и эффективный путь. Благодаря этой оптимизации планирование пути при перевозке грузов может лучше адаптироваться к рулевому механизму транспортного средства и требованиям к вождению, что повышает общую эффективность и безопасность.

Согласно рис. 1, черные квадраты представляют собой препятствия, а сплошные линии – оптимальный путь от начальной точки до конечной точки. Алгоритм A* в процессе поиска пути всегда ищет в направлении конечной точки, не выбирая направление, которое находится дальше от конечной точки только потому, что оно обходит препятствия с меньшим расстоянием. Это усиливает направленность поиска пути и позволяет алгоритму быстро находить оптимальные узлы пути.

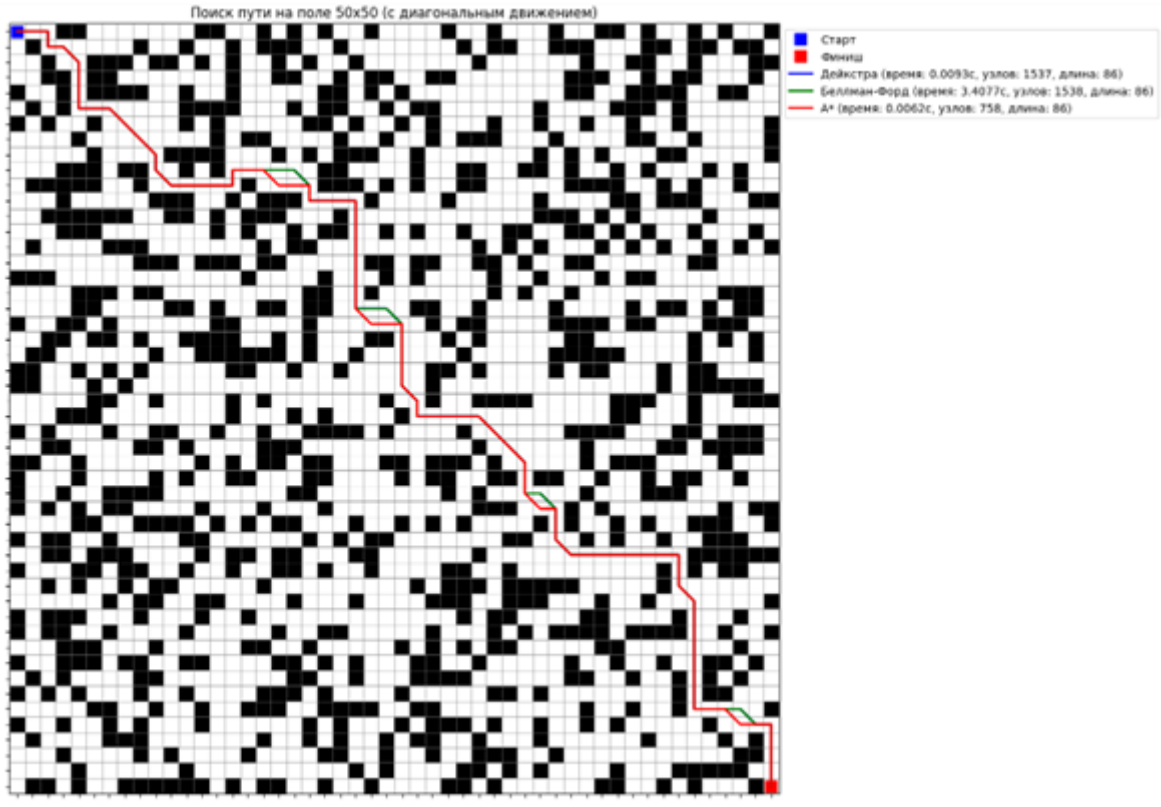


Рис. 1. Найденные пути различными алгоритмами

Как видно из результатов тестирования, он исследовал 1537 узлов и показал хорошую скорость выполнения (0,00933 с). Однако при сложных сетях с большим количеством узлов он может потреблять значительные вычислительные ресурсы.

Алгоритм Беллмана-Форда подходит для графов, содержащих рёбра с отрицательными весами. В отличие от Дейкстры, он выполняет |V|–1 итераций, где |V| – количество вершин, последовательно обновляя расстояния до всех узлов, что позволяет обработать наибольшее количество различных путей. Это делает его менее эффективным по сравнению с альтернативами: в эксперименте он исследовал 1538 узла, но его время выполнения оказалось значительно выше (3,40773 с), что делает его менее предпочтительным для динамических логистических задач.

Алгоритм A* объединяет преимущества алгоритма Дейкстры с эвристическим поиском, позволяя быстрее находить путь к цели. Он использует функцию стоимости f(n) = g(n) + h(n), где g(n) – текущая стоимость пути, а h(n) – эвристическая оценка оставшегося расстояния [4]. В результате тестирования алгоритм A* показал наилучшие результаты: он обработал 758 узлов (на 51% меньше, чем Дейкстра) и при этом отработал быстрее – 0,00623 с, что делает его эффективным инструментом для маршрутизации в реальном времени.

Исходя из результатов, представленных на рис. 2, алгоритм A* планирует пути с меньшим временем вычисления и количеством исследованных узлов по сравнению с путями, построенными другими алгоритмами.

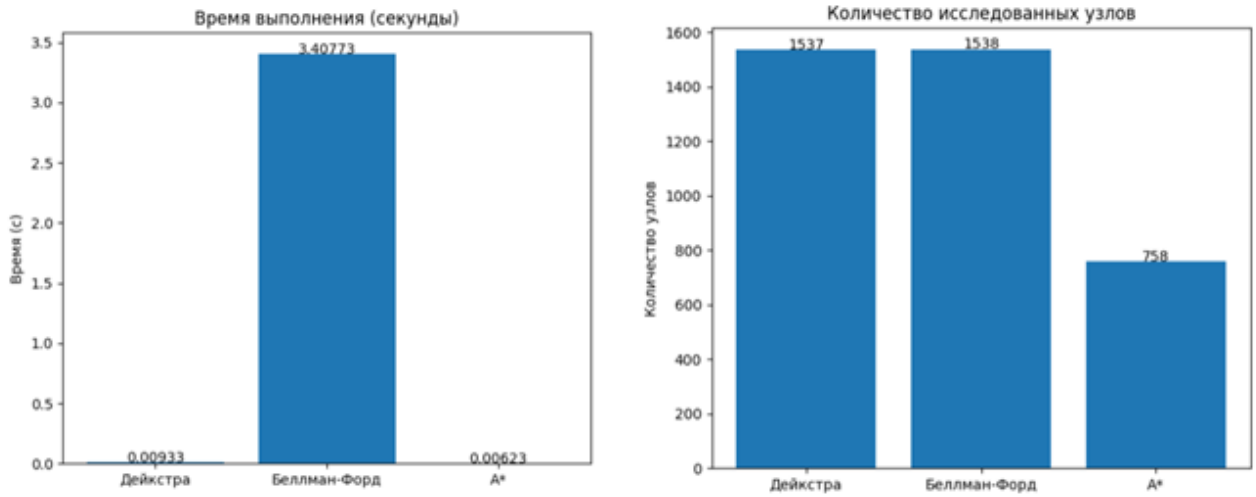


Рис. 2. Характеристики найденных путей

Алгоритм A* – это широко используемый эвристический поисковый алгоритм для поиска графов и планирования путей. Он сочетает в себе характеристики широкого поиска и жадных алгоритмов, что позволяет ему находить кратчайший путь в направленном графе. Используя эвристическую функцию, которая оценивает стоимость пути от текущей вершины до целевой, алгоритм перебирает вершины в порядке приоритета от высокой к низкой, пока не будет найдена целевая вершина или не будет перебран весь граф. Для оценки приоритета каждого узла вводится оценочная функция. Для достижения более

гладких путей предлагается новая функция оценки с угловыми ограничениями. Кроме того, разработана стратегия направленного движения на основе карты, позволяющая сузить диапазон поиска и сосредоточить его на областях, которые с большей вероятностью содержат оптимальное решение. Это сокращает количество ненужных вычислений и обходов, повышая тем самым эффективность поиска.

Результаты тестирования показывают, что алгоритм A* является наиболее эффективным в задаче поиска маршрутов доставки, особенно в условиях сложных сетей с препятствиями. Он требует меньше ресурсов по сравнению с алгоритмом Дейкстры и значительно превосходит алгоритм Беллмана-Форда по скорости выполнения. Это делает A* оптимальным выбором для курьерских служб и других логистических задач, требующих быстрого и точного построения маршрутов.

Источники

1. Смирнов М. И., Хайруллин Р. З. Математические модели, используемые в системе оптимизации доставки товаров автотранспортом «Диспетчер». М.: ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, 2002. 12 с.

2. Германчук М. С. Использование дополнительной информации в задачах дискретной оптимизации типа многих коммивояжеров // ТВИМ. 2016. №4 (33). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-dopolnitelnoy-informatsii-v-zadachah-diskretnoy-optimizatsii-tipa-mnogih-kommivoyazherov (дата обращения: 11.03.2025).

3. Piskorskii D.S., Abdullin F.K., Nikolaeva A.R. Optimization of A-star search algorithm // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2020. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/optimization-of-a-star-search-algorithm (дата обращения: 15.03.2025).

4. Руденок Е.В., Слукина С.А. Сравнительный анализ веб-сервисов по оптимизации транспортных маршрутов // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 5-3. С. 428-436. URL: https://vaael.ru/ru/article/view?id=2229 (дата обращения: 17.03.2025).

5. Климова Е. И., Куликова В. В. Повышение эффективности работы курьерских служб с применением теории оптимизации // E-Scio. 2021. №1 (52). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-raboty-kurierskih-sluzhb-s-primeneniem-teorii-optimizatsii (дата обращения: 22.03.2025).

УДК 004.92

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА ВЫВОДА ГРАФИКИ В УЧЕБНОМ ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЦВЕТОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Константинов Михаил Владимирович, Кудрина Мария Александровна
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева,
г. Самара, Россия
konstantinovmihail92@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены и сравниваются два способа вывода изображений для учебного программного комплекса визуализации цветовых моделей компьютерной графики: построение изображений в реальном времени и вывод заранее отрисованных и сохраненных на компьютере пользователя изображений. Представлены результаты сравнения данных методов по характеристикам: объем занимаемой оперативной памяти, объем занимаемой приложением памяти и оптимальный размер изображения.

Ключевые слова: компьютерная графика, цветовые модели, разрешение изображения.

SEARCH FOR THE OPTIMAL METHOD OF IMAGE OUTPUT IN AN EDUCATIONAL SOFTWARE COMPLEX FOR COLOR MODEL VISUALIZATION

Konstantinov Mikhail Vladimirovich, Kudrina Maria Alexandrovna
Samara University, Samara, Russia
konstantinovmihail92@gmail.com

Abstract. The paper considers and compares two methods of image output for the training software complex of visualization of color models of computer graphics: building images in real time and output of images drawn in advance and saved on the user's computer. The results of comparison of these methods by characteristics (the amount of occupied RAM, the amount of memory occupied by the application and the optimal image size) are presented.

Keywords: computer graphics, color models, image resolution.

Для преподавания курса компьютерной графики имеется потребность наглядно демонстрировать студентам различные типы цветовых моделей [1]. Редко удается найти сайт, который позволяет демонстрировать внутреннее устройство популярных цветовых моделей. Например, сайт Programming Design Systems позволяет исследовать сечения трех цветовых моделей – RGB, HSL, HSV [2]. Сайт Alex Ellis позволяет рассмотреть только модель RGB [3]. Однако

изучить внутреннее устройство других цветовых моделей (YUV, LAB, CMYK, XYZ) не представляется возможным. Для решения этой проблемы был разработан учебный программный комплекс (УПК) визуализации цветовых моделей компьютерной графики, который содержит в себе вышеперечисленные цветовые модели и позволяет рассматривать их различные сечения.

Целью данной работы является определение оптимального способа отрисовки сечений цветовых моделей в УПК визуализации цветовых моделей компьютерной графики, который позволит повысить качество получаемых изображений с учетом плавности их отображения.

Для решения поставленной задачи были реализованы следующие способы вывода на экран сечений цветовых моделей:

– построение изображений в реальном времени;

– отображение готовых изображений, которые сохранены на компьютере пользователя с помощью библиотеки OpenCV.

Первый способ позволяет отображать изображение сразу после того, как выбранное сечение было построено. Данный способ не подразумевает хранение каких-либо дополнительных данных на компьютере пользователя и быстро может строить изображения небольших размеров, однако при увеличении размера изображения время построения каждого сечения увеличивается пропорционально разрешению изображения, что ограничивает плавность перехода между выводимыми сечениями. На рисунке 1 приведена диаграмма зависимости времени построения изображения от разрешения.

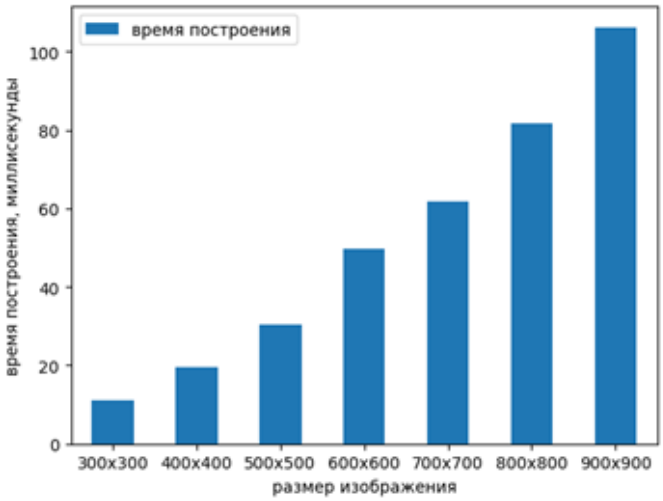


Рис. 1. Зависимость среднего времени построения одного изображения от разрешения

Чтобы внести ясность в полученные результаты, необходимо отталкиваться от эталонного времени отрисовки изображения. За эталон были взяты частоты в диапазоне от 24 до 60 кадров в секунду. 24 кадра в секунду является общепринятым мировым стандартом киноиндустрии, а 60 кадров в секунду является общепринятым игровым стандартом. Следовательно, оптимальным

диапазоном времени отрисовки изображения является промежуток от 17 до 42 миллисекунд. Получается, что максимальным размером изображения с плавным отображением является размер 500x500 пикселей.

Второй способ подразумевает наличие в программе функции, которая при первом запуске приложения сохраняет все сечения всех цветовых моделей на компьютере пользователя. При последующих запусках программы будет вызываться метод, который будет загружать изображения в программу. Благодаря чему при выборе определенного сечения пользователем программа не тратит время на построение каждого сечения, а берет его из памяти, что обеспечивает более плавную отрисовку, чем первый способ. Однако необходимо учесть, что при росте объема хранимых изображений увеличивается время загрузки изображений в программу (рис. 2).

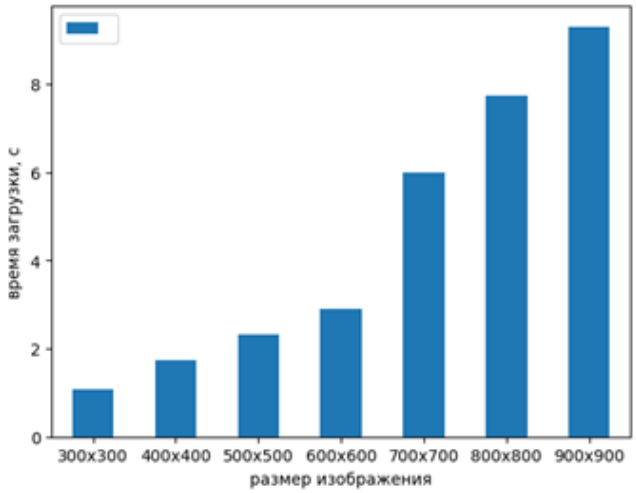


Рис. 2. Зависимость среднего времени загрузки изображений одной модели от разрешения

На рисунке 2 представлено время загрузки одной модели, следовательно, если загружать все модели сразу при каждом запуске приложения, тогда время запуска приложения в лучшем случае будет составлять около 7 секунд при минимальном разрешении. Для сглаживания времени загрузки изображений планируется асинхронно загружать изображения каждой цветовой модели при ее выборе, а не при старте программы, как предполагалось изначально. При смене цветовой модели программа автоматически удалит изображения текущей модели и загрузит соответствующие изображения новой модели. Это позволит снизить объем потребляемой оперативной памяти.

Подводя итог по данному способу, можно сказать, что он позволяет быстро перелистывать изображения любого разрешения, однако, при увеличении разрешения изображений увеличивается время загрузки изображений в программу. В визуальном сравнении изображений разрешением 600x600 и 700x700 пикселей разница небольшая. Время загрузки изображений разрешением 600x600 пикселей в два раза меньше, чем время загрузки

изображений разрешением 700x700. Временная разница загрузки изображений с разрешениями 500x500 и 600x600 аналогична разнице между изображениями 400x400 и 500x500 пикселей. Следовательно, оптимальным разрешением изображений будет 600x600 пикселей.

При разработке приложений одним из ключевых факторов успеха является эффективное управление оперативной памятью. Зависимость объема потребляемой памяти от разрешения изображений представлена на рис. 3.

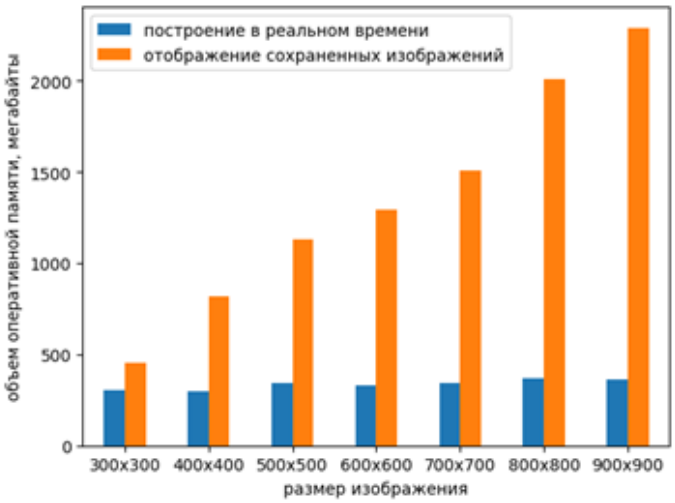


Рис. 3. Зависимость среднего объема занимаемой оперативной памяти приложения от разрешения

Из приведенной выше диаграммы можно сказать, что в первом способе отсутствует зависимость объема потребляемой оперативной памяти от размера изображения, а второй способ имеет линейную зависимость.

Объем занимаемого дискового пространства изображениями в зависимости от разрешения приведен на рис. 4.

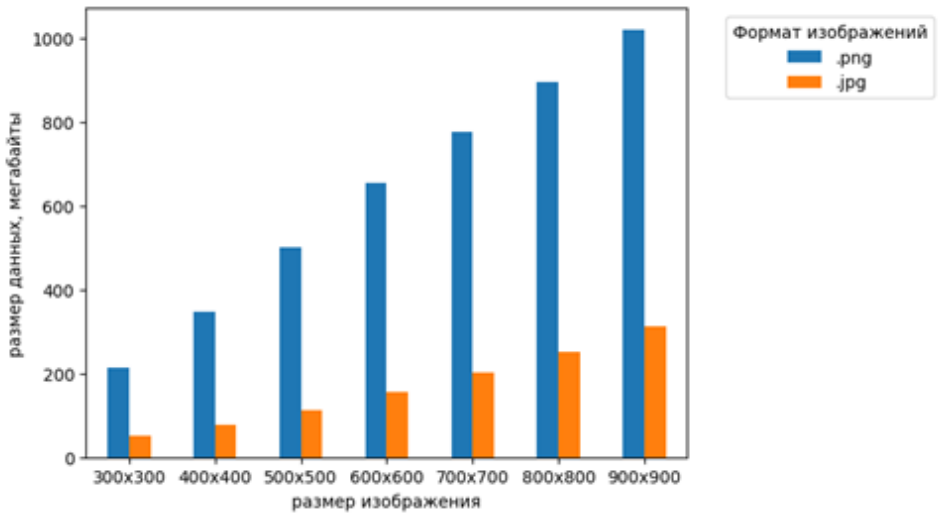


Рис. 4. Зависимость объема занимаемой дисковой памяти сохраненными изображениями от разрешения

Как видно из рисунка 4, формат JPG значительно эффективнее PNG при хранении изображений. При одинаковом разрешении JPG занимает в среднем в 4 раза меньше места, что особенно заметно при меньших разрешениях. Это делает JPG предпочтительным выбором для хранения изображений, когда важен экономный расход дискового пространства.

Полученные результаты исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты исследований

Параметры / Способ	Объем занимаемой оперативной памяти, мегабайты	Оптимальное разрешение изображения, пиксели	Занимаемый объем памяти приложением, мегабайты
Отображение в реальном времени	334,7	500x500	8
Отображение сохраненных изображений	1291,7	600x600	162

Исходя из полученных результатов, для УПК визуализации цветовых моделей компьютерной графики был выбран способ отображения изображений в реальном времени с разрешением изображений 500x500 пикселей, поскольку при его использовании программа занимает меньший объем оперативной и дисковой памяти (вес выходного JAR файла, который равен 8 мегабайтам).

Источники

1. Кудрина М. А. Компьютерная графика / М. А. Кудрина, К. Е. Климентьев. Самара: Изд-во СГАУ, 2013. 14 с.

2. Programming Design Systems [Электронный ресурс]. URL: https://programmingdesignsystems.com/color/color-models-and-color-spaces/index.html (дата обращения 20.01.2025).

3. Alex Ellis [Электронный ресурс]. URL: https://alexanderell.is/posts/rgb-color-space/ (дата обращения: 20.01.2025).

УДК 004.942:54.04

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ХЬЮИ-ХАМЕЛЕКА ДЛЯ ПРОЦЕССА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА В ПРИСУТСТВИИ ДИНИТРИЛА АЗОБИСИЗОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

Корнилова А.А., Гиззатова Э.Р., Корнилов Д.А.
Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия
a.a.sultanova@yandex.ru

Аннотация: Инверсным методом Монте-Карло проведено моделирование радикальной полимеризации метилметакрилата в присутствии вещественного инициатора. Учет гель-эффекта в расчетной зависимости по конверсионной кривой проводился согласно модернизированной модели Хьюи-Хамелека. При найденных параметрах удалось добиться достаточно хороших совпадений расчетных и экспериментальных значений конверсий мономера. Найденные параметры не противоречат законам химической кинетики.

Ключевые слова: радикальная полимеризация, метилметакрилат, метод Монте-Карло, гель-эффект, конверсия.

DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF THE HUEY-HAMELEK MODEL FOR THE PROCESS OF METHYL METHACRYLATE POLYMERIZATION IN THE PRESENCE OF DINITRILE AZOBISISOMUTYRIC ACID

Kornilova A.A., Gizzatova E.R., Kornilov D.A.
Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia
a.a.sultanova@yandex.ru

Abstract: The inverse Monte Carlo method was used to simulate the process of radical polymerization of methyl methacrylate in the presence of a material initiator. The gel effect in the calculated dependence on the conversion curve was taken into account according to the modernized Huey-Hamelek model. With the found parameters, it was possible to achieve fairly good matches between the calculated and experimental values of monomer conversions. The found parameters do not contradict the laws of chemical kinetics.

Keywords: radical polymerization, methyl methacrylate, Monte Carlo method, gel effect, conversion.

Применение методов математического моделирования позволяющие изучить влияние различных факторов на ход реакции давно активно исследуются и применяются, и не теряют своей актуальности, что обусловлено дешевизной,

безопасностью, многократностью повторения эксперимента и наглядностью полученных расчетных данных. Полимерные материалы нашли широкое применение благодаря уникальным свойствам и низкой стоимости. Активно разрабатываются новые методы имитации процесса полимеризации, которые описывают экспериментальные данные с минимальной погрешностью и затратами расчетного времени

При моделировании процесса радикальной полимеризации (РП) метилметакрилата (ММА) в присутствии инициатора динитрила азобисизомасляной кислоты (ДАК) использовали кинетическую модель [1-3]:

Инициирование: $I \xrightarrow{k_d} 2R_0^{\bullet}$.

Рост цепи: $R_i^{\bullet} + M \xrightarrow{k_p} R_{i+1}^{\bullet}$.

Передача цепи на мономер: $R_i^{\bullet} + M \xrightarrow{k_m} R_1^{\bullet} + P_i$.

Обрыв цепей:

Диспропорциониирование: $R_i^{\bullet} + R_j^{\bullet} \xrightarrow{k_{disp}} P_i + P_j$.

Рекомбинация: $R_i^{\bullet} + R_j^{\bullet} \xrightarrow{k_{com}} P_{i+j}$,

где *I, M, R*$^{\bullet}$, *P* – ДАК, мономер, макрорадикал и «стабильная» макромолекула (не участвующая в процессе), *k* – константы скорости соответствующих реакций, индексы – степень полимеризации.

Данным реакциям соответствует система ДУ:

$$\frac{d[I]}{dt} = -k_d \cdot [I]$$

$$\frac{d[M]}{dt} = -[R^{\bullet}] \cdot [M] \cdot (k_p + k_m)$$

$$\frac{d[R^{\bullet}]}{dt} = 2 \cdot k_d \cdot f \cdot [I] - [R^{\bullet}]^2 \cdot (k_{disp} + k_{com})$$

Реакции обрыва цепей ими тировали в соответствии с подходом Хьюи-Хамелека [4]:

$$k_t = k_{t0} \cdot exp(-A_0 - A_1 X - A_2 X^2 - A_3 X^3), \text{ л/моль/сек},$$

где X – конверсия мономера, A_i (i=0..3) – параметры модели, k_{t0} – константа скорости обрыва цепи без учета гель-эффекта.

$$k_{t0} = (k_{rec} + k_{disp}) = 9.8 \cdot 107 \cdot exp(-353/T), \text{ л/моль/сек}.$$

Значения констант скоростей реакций использовали из литературных источников [5-7]: k_m=2.79·10^5·exp(–5450/T), л/моль/с; kd=1.053·1015·exp(–15440/T), с$^{-1}$; k_p=2·10^6·exp(2760/T), л/моль/сек.

Путем решения обратной задачи относительно A_i, добивались совпадения между данными, полученными в лабораторных условиях и расчетными значениями полученные инверсным алгоритмом Монте-Карло (рис. 1) [8-9].

Конверсионные зависимости получены при следующих значениях параметров модели Хьюи-Хамелека:

$$A_0 = -0.035 \cdot T + 12.127 \ (R^2 = 0.993);$$

$$A_1 = 0.025 \cdot T - 3.3621 \ (R^2 = 0.987);$$

$$A_2 = 0.06 \cdot T - 13.722 \ (R^2 = 0.991);$$

$$A_3 = -0.075 \cdot T + 21.753 \ (R^2 = 0.999).$$

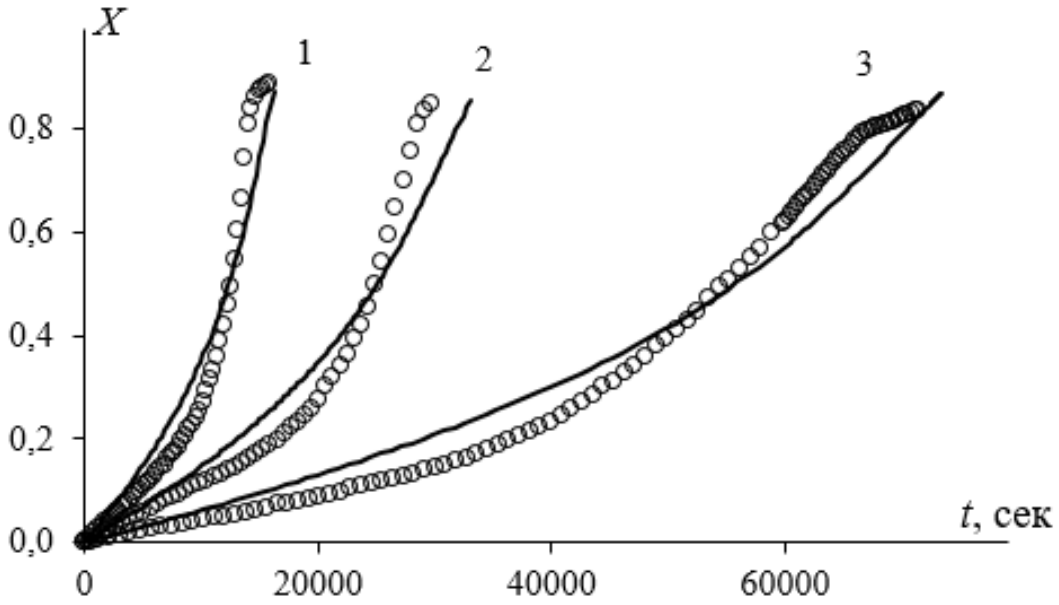


Рис. 1. Зависимость конверсии РП ММА в присутствии [АИБН]$_0$=1 ммоль/л: 1 – T=70°С; 2 – T=60°С; 3 – T=50°С; ○ – экспериментальные данные, линии – расчет методом МК

Таким образом, для процесса РП ММА удалось спрогнозировать конверсионные зависимости с учетом гель-эффекта инверсным методом Монте-Карло. Определены значения параметров модели Хьюи-Хамелека.

Источники

1. Achilias D.S., KiparissidesC. Modeling of Diffusion-Controlled Free-Radical Polymerization Reactions // J. Applied Polymer Science. 1988. Vol. 35. Pp. 1303-1323.

2. Nising P. High-temperature radical polymerization of methyl methacrylate in a continuous pilot scale process. Lausanne: EPFL, 2006. Pp. 286.

3. Гиззатова Э.Р., Исмагилова А.С., Подвальный С.Л. Поиск областей неопределенностей кинетических констант при моделировании процессов безобрывной полимеризации диенов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2021. Т. 17, № 1. С. 7-13.

4. Hui A.W., Hamielec A.E. Thermal Polymerization of Styrene at High Conversions and Temperatures. An Experimental Study // J. Applied Polymer Science. 1972. Vol. 16. Pp. 749-769.

5. Tobolsky A.V., Baysal B. A Review of Rates of Initiation in Vinyl Polymerization: Styrene and Methyl Methacrylate // J. Polymer Science. 1953. Vol. 11. № 5. Pp. 471–486.

6. Bamford C.H., Barb W.G., Jenkins A.D., Onyon P.F. The Kinetics of Vinyl Polymerization by Radical Mechanisms. London: Butterworths scientific publications, 1958. Pp. 318.

7. Panke D. Modelling the free-radical polymerization of methyl methacrylate over the complete range of conversion // Macromol. Theory Simul. 1995. Vol. 4. Pp. 759–772.

8. Янборисов В.М., Султанова А.А., Колесов С.В., Фризен А.К., Улитин Н.В. Моделирование механизма полимеризации метилметакрилата в присутствии азобисизобутиронитрила и ферроцена методом Монте-Карло // Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18, № 18. С. 51-53.

9. Янборисов В.М., Султанова А.А., Колесов С.В. Модель вещественно-инициированной полимеризации метилметакрилата в массе // Системы управления и информационные технологии. 2015. Т. 62, № 4. С. 24-30.

УДК 621.311.1:519.6

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГЕБРЫ МНОЖЕСТВ

Куликова Алеся Дмитриевна, Мехоношина Яна Андреевна, Якупов Зуфар Ясавеевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ales.ip@list.ru

Аннотация. Статья посвящена применению алгебры множеств для оптимизации энергетических систем. Рассматриваются структурированные представления элементов энергосистемы в виде множеств, такие как источники энергии, потребители, линии передачи и управляющие устройства. Описаны основные операции алгебры множеств, а также их практическое применение для оптимизации энергетических систем. Статья является основой для разработки интеллектуального управления энергосистемами.

Ключевые слова: алгебра множеств, энергетические системы, оптимизация, источники энергии, потребители, линии передачи, управляющие устройства, формализация.

OPTIMIZATION OF ENERGY SYSTEMS USING SET ALGEBRA

Kulikova Alesya D., Mekhonoshina Yana A., Yakupov Zufar Y.
KSPEU, Kazan, Russia
ales.ip@list.ru, yanamekhonoshina@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the application of set algebra to optimize energy systems. Structured representations of the elements of the energy system in the form of sets, such as energy sources, consumers, transmission lines and control devices, are considered. The basic operations of the algebra of sets are described, as well as their practical application for optimizing energy systems. The article is the basis for the development of intelligent management of energy systems.

Keywords: algebra of sets, energy systems, optimization, energy sources, consumers, transmission lines, control devices, formalization.

Современные энергосистемы представляют собой сложные комплексы, эффективное управление которыми требует применения строгих математических методов. Одним из таких методов является алгебра множеств, предоставляющая мощный аппарат для формализации и оптимизации распределения энергетических потоков. С ее помощью можно эффективно описывать взаимодействие различных элементов энергосистемы. В рамках данного подхода можно выделить следующие ключевые множества:

– множество источников энергии $S = \{s_1, s_2, ..., s_n\}$, где каждый элемент s_i соответствует конкретному источнику энергии – традиционному (тепловые, гидроэлектростанции), или возобновляемому (солнечные панели, ветрогенераторы);

– множество потребителей $C = \{c_1, c_2, ..., c_m\}$, включающие объекты энергопотребления различного масштаба: от жилых домов и электротранспорта до промышленных предприятий;

– множество каналов передач $T = \{t_1, t_2, ..., t_k\}$, описывающее инфраструктуру транспортировки (воздушные и кабельные линии электропередачи, трансформаторные подстанции);

– множество управляющих устройства $U = \{u_1, u_2, ..., u_p\}$, объединяющее элементы автоматики и контроля: регуляторы, интеллектуальные счетчики, системы адаптивного управления.

Существует несколько основных операций алгебры множеств в задачах оптимизации. Рассмотрим ключевые операции и их применение в оптимизации распределения энергии:

1. Объединение S и C $(S \cup C)$. Объединение источников энергии S и потребителей C формирует множество всех активных элементов системы, что представлено в формуле 1:

$$S \cup C = \{x \mid x \in S \text{ или } x \in C\} \quad (1)$$

Это позволяет анализировать совокупное влияние всех работающих элементов на устойчивость сети.

2. Пересечение C и U $(C \cap U)$. Пересечение потребителей C и управляющих устройств U выделяет объекты, оснащенные интеллектуальными системами контроля, как представлено в формуле 2:

$$C \cap U = \{x \mid x \in C \text{ и } x \in U\} \quad (2)$$

Например, данная операция помогает определить дома с «умными» счетчиками, что важно для балансировки нагрузки и внедрения гибких тарифов.

3. Разность T и U $(T \setminus U)$. Разность каналов передачи T и управляющих устройств U включает только те линии, которые не регулируются автоматикой, как представлено в формуле 3:

$$T \setminus U = \{x \mid x \in T \text{ и } x \notin U\}. \quad (3)$$

Такой анализ позволяет оценить стабильность сети при отключении неуправляемых каналов.

4. Симметрическая разность (*S1, ΔS2*). Симметрическая разность между возобновляемыми *S*1 и традиционными *S*2 источниками энергии выделяет уникальные элементы каждого типа, рассчитывается по формуле 4:

$$S1 \Delta S2 = (S1 \setminus S2) \cup (S2 \setminus S1) \quad (4)$$

Это множество полезно для планирования резервных мощностей [1].

Для демонстрации оптимизации энергопотоков с помощью алгебры множеств следует минимизировать потери при распределении энергии и максимально использовать возобновляемые источники [2].

Первоначальными данными являются два вида источников энергии (традиционные и возобновляемые) $S1 = \{S1_1, S1_2\}$, $S2 = \{S2_1, S2_2\}$; потребители $C = \{C_1, C_2, C_3\}$; каналы передачи $T = \{T_1, T_2, T_3\}$; управляющие устройства $U = \{U_2, U_2\}$.

Общедоступные ресурсы представлены в виде формулы 5:

$$E = S1 \cup S2 = \{S1_1, S1_2, S2_1, S2_2\}. \quad (5)$$

Каждый потребитель C_i может использовать определенный источник энергии. Канал T_i связывает определенные источники и потребителей, а устройства U_1 и U_2 регулируют потоки энергии через каналы T_1 и T_2 соответственно. На рисунке 1 представлено графическое представление связей между ними.

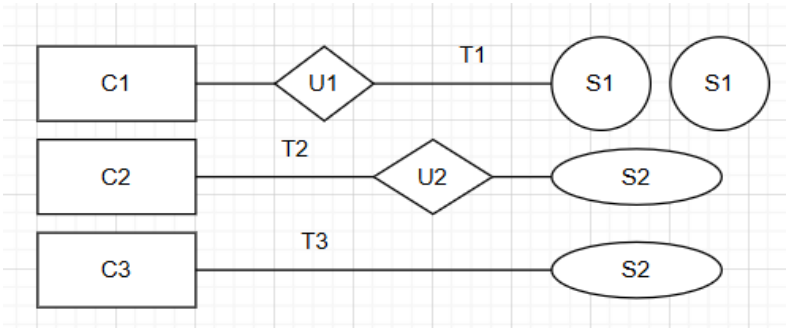


Рис. 1. Графическое представление связей между данными

Для каждого потребителя C_i определяется множество доступных энергоресурсов E_{Ci}, которые могут быть использованы с учетом технических ограничений и текущей нагрузки. Это достигается с помощью операии пересечения, представленной в формуле 6:

$$P_{распределение} = \bigcup_{i=1}^{k} (E_{Ci} \cap C_i), \quad (6)$$

где k – количество потребителей.

Пересечение позволяет исключить из рассмотрения те источники энергии, которые не могут быть использованы конкретным потребителем, что снижает неоптимальные потери при распределении.

Резервные мощности представляют источники энергии, которые остаются неиспользованными после распределения. Они могут быть задействованы при пиковых нагрузках или аварийных ситуациях. Согласно формуле 7 формально резерв определяется как разность между всеми доступными ресурсами E и уже распределенными мощностями:

$$R_{\text{резерв}} = E \setminus P_{\text{распределение}} \quad (7)$$

В результате оптимизации достигается рациональное распределение энергоресурсов. Каждый потребитель обеспечивается строго соответствующими его требованиям источниками энергии, что исключает неэффективное использование мощностей. Приоритет отдаётся экологически чистым возобновляемым источникам, что соответствует принципам устойчивого развития энергетики. Сформированный резерв нераспределённых ресурсов сохраняется для оперативного реагирования на возможные аварийные ситуации или пиковые нагрузки.

Таким образом, алгебра множеств позволяет использовать математические определения и правила, что значительно упрощает процесс анализа и оптимизации. Особую ценность представляет визуальная интерпретация и логика операций, которые позволяют ясно понимать причинно-следственные связи в системе. Формализованное представление позволяет распределить компоненты системы и их взаимосвязи, а также разрабатывать эффективные алгоритмы оптимизации, основанные на операциях. Такой формализированный подход помогает выявлять зависимые отношения между элементами системы для эффективного управления.

Источники

1. Нефедов В. Н. Алгебра множеств, бинарные отношения в примерах и задачах: Учебное пособие. М.: Издательство «Доброе слово», 2014. 88 с.

2. Введение в дискретную математику: учебное пособие / И.Р. Мухаметзянов, З.Я. Якупов; под общ. ред. И.Р. Мухаметзянова. Изд. 2-е, дополн. Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2022. 180 с.

3. Матрицы Адамара: закономерности построения, свойства, применение /3. Якупов. М.: ДеЛибри, 2023. 86 с.

4. Методы наименьших квадратов и наименьших модулей в научно-технических расчетах: учебное пособие, 2-ое изд., перераб. и дополн. / 3. Я. Якупов, Р. К. Галимова. Санкт-Петербург: СУПЕР Издательство, 2021. 160 с.

УДК 004.912

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПО ВХОДНОМУ ТЕКСТУ ОНТОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННОГО АНАЛИЗА. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ

Лемеш Владислав Евгеньевич, Крестникова Ольга Александровна
ФГАОУ ВО ДВФУ, г. Владивосток, Россия
lemesh.ve@dvfu.ru

Аннотация. В данной работе исследуются методы автоматического построения онтологических моделей на основе текстовых документов. Анализируются существующие программные системы (OntoGen, OntoLT, TextOntoEx) и подходы к извлечению информации: основанные на правилах и машинном обучении. Приводится словарь семантических шаблонов - соответствий между формулировкой предложений онтолого-ориентированного анализа на естественном и формальном языках. В качестве формального языка предлагается использовать язык прикладной логики, позволяющий структурировать знания в соответствии с математическими моделями.

Ключевые слова: онтология, формализация знаний, математические модели, извлечение информации.

SOFTWARE SYSTEM FOR AUTOMATIC CONSTRUCTION OF LOGICAL MODELS BASED ON THE INPUT TEXT OF ONTOLOGY-ORIENTED ANALYSIS. REVIEW OF EXISTING SOLUTIONS

Lemesh Vladislav Evgenievich, Krestnikova Olga Alexandrovna
FEFU, Vladivostok, Russia
lemesh.ve@dvfu.ru

Abstract. This paper examines methods for automatic construction of ontological models based on text documents. Existing software systems (OntoGen, OntoLT, TextOntoEx) and approaches to information extraction are analyzed: rule-based and machine learning. A dictionary of semantic templates is provided - correspondences between the formulation of sentences of ontologically-oriented analysis in natural and formal languages. As a formal language, it is proposed to use the language of applied logic, which allows structuring knowledge in accordance with mathematical models.

Keywords: ontology, knowledge formalization, mathematical models, information extraction

В процессе разработки программного обеспечения выделяют три основных этапа: анализ – описание предметной области в терминах специалиста, проектирование – представление предметной области с использованием проектных моделей, реализация – описание предметной области на языке программирования.

Основные трудности при обучении студентов программированию чаще всего связаны с первым этапом. Формальное представление модели может быть сложным для понимания студентов, поэтому предпочтителен язык, синтаксис которого приближен к естественному.

В данной работе рассматривается онтолого-ориентированный подход к анализу, который включает: построение декларативной модели предметной области, формулировку математических постановок задач, разработку методов их решения. Актуальной является разработка программной системы для автоматического построения математической модели предметной области по входному тексту онтолого-ориентированного анализа на естественном языке.

Автоматическое построение онтологий на основе текстовых документов определяется концептуальной структурой онтологии [1]. Этот процесс включает несколько этапов, на каждом из которых производится извлечение фактов из текста или их последующая обработка для формирования отдельных элементов онтологии – объектов, концептов или взаимосвязей между ними.

Процесс построения онтологии из входного текста включает следующие этапы [2]:

- идентификация и извлечение объектов;
- кластеризация объектов на группы синонимичных объектов;
- идентификация и извлечение концептов;
- поиск соответствия кластеров извлеченным концептам;
- извлечение отношений наследования между концептами;
- извлечение вспомогательных отношений;
- извлечение правил.

В настоящее время существуют программные системы, частично автоматизирующие процесс построения онтологий, такие как OntoGen, OntoLT и TextOntoEx. Эти системы используют два основных подхода к извлечению информации из текстовых документов: основанный на правилах и основанный на машинном обучении.

Подход, основанный на правилах, предполагает явное задание правил и шаблонов для извлечения концепций и отношений. Это обеспечивает точный контроль над процессом извлечения и позволяет адаптировать алгоритм под конкретную предметную область. Особенно эффективен метод семантических шаблонов, который, в сочетании с правилами, позволяет извлекать сложные лингвистические конструкции. Однако этот подход требует значительных

усилий на этапе разработки правил и может не охватывать все возможные варианты текстовых выражений.

Подход, основанный на машинном обучении, частично решает эту проблему, позволяя системе самостоятельно выявлять закономерности в тексте и адаптироваться к особенностям предметной области. Такой метод более универсален и способен обрабатывать разнообразные текстовые данные без необходимости ручного создания правил. Однако его применение требует большого объема размеченных данных, что не всегда реализуемо.

Таким образом, разрабатываемая система должна основываться на подходе, основанном на правилах с использованием семантических шаблонов. Для решения основной проблемы данного подхода, а именно полноты извлеченной информации из текста, необходимо разработать универсальные текстовые шаблоны для определения всех этапов построения онтологий. Данное решение позволит ограничить набор семантических шаблонов и тем самым учесть все возможные варианты для извлечения из текста.

При использовании онтолого-ориентированного подхода необходимо решить следующие задачи:

- определить понятия для описания действительности и знаний предметной области, а именно определить термины для обозначения понятий и множества значений, которые могут быть значениями этих понятий;
- определить величины, подмножествами которых являются множества значений понятий;
- определить онтологические соглашения;
- построить систему знаний.

После чего проводится их формализация. В данной работе в качестве формального языка используется язык прикладной логики. Язык прикладной логики состоит из ядра, стандартного расширения и произвольного числа специализированных расширений. Язык допускает три типа предложений – описание сорта имени, описание значения имени и ограничение на интерпретацию имен [3].

Определение понятия на естественном языке всегда содержит название этого понятия (термин) и определение объема данного понятия. Объем понятия является подмножеством некоторой величины. На языке прикладной логики тело определения понятия имеет вид сорт n: t, где n – имя, а t – терм, значением которого является множество.

Математическими моделями величин являются алгебраические системы, представляющие собой тройку, состоящую из: непустого множества (носителя), конечной совокупности функций, определенных на данном множестве, конечной совокупности отношений на данном множестве.

Выделяют следующие величины: размерные, скалярные, величины множеств, величины отображений, объединённые величины, структурные величины, величины последовательностей.

На языке прикладной логики онтологические соглашения и знания не отличаются по форме и описываются при помощи третьего типа предложений – ограничений на интерпретацию имен. Тело предложения является формулой [3].

В рамках данной работы для некоторых видов формул и термов ядра и стандартного расширения языка составлен словарь, в котором возможному тексту описания основных понятий, онтологических соглашений и знаний на естественном языке сопоставляется описание на языке прикладной логики.

В таблице 1 представлен фрагмент словаря.

Таблица 1. Описание сортов имен и ограничений на интерпретацию имён

Возможный текст на естественном языке	Предложение на языке прикладной логики
Объем понятия «термин_понятия» состоит из размерных значений, размерностью «размерность», элементы которого строго больше t_1, но меньше либо равны t_2	Сорт термин_понятия: $R(t_1, t_2]$
«термин_понятия_1» больше t_1 тогда и только тогда, когда «термин_понятия_2» больше t_2	термин_понятия_1 > t_1 ⇔ термин_понятия_2 > t_2
Если «термин_понятия_1» больше t_1 и «термин_понятия_2» больше t_2, то «термин_понятия_3» равен t_3	(термин_понятия_1 > t_1) & (термин_понятия_2 > t_2) ⇒ термин_понятия_3 = t_3
Объем понятия «термин_понятия» состоит из конечных отображений. Областью определения отображения является множество всех конечных подмножеств t1. Областью значений отображения является t2	Сорт термин_понятия: (({}t1) → t2)

В общем случае шаблон предложения определения понятия на естественном языке имеет следующий вид: “Объем понятия «термин» состоит из «определение объема понятия», «уточнение объема понятия»”.

В зависимости от величины «определение объема понятия» может принимать различный вид, например:

- для размерных величин: “«определение знака значений» (опционально) размерных значений”. В зависимости от величины «уточнение объема понятия» может принимать следующий вид: ‘элементы которого «определение отношения» «термин объем которого относится к размерным величинам», но «определение отношения» «термин объем которого относится к размерным величинам»”;

- для скалярных величин: “множества скалярных значений: {«значение_1», «значение_2», …, «значение_n»}”;

Шаблон предложения определения онтологического соглашения или знания, может принимать один из следующих видов:

- “«формула_1»”;
- “Если «формула_1», то «формула_2»”;
- “Если «формула_1» или если «формула_2»… или если «формула_n-1», то «формула_n»”;
- “Если «формула_1» и если «формула_2»… и если «формула_n-1», то «формула_n»”

Для управления приоритетом формул, при описании на естественном языке используются знаки «(», «)». К примеру, описанию формулы на естественном языке:

“Если «термин_1» больше «термин_2» и («термин_1» больше «термин_3» или «термин_1» больше «термин_4») то «термин_5» равен «терм»”.

Будет соответствовать следующее описание на языке прикладной логики:

“термин_1 > термин_2 & (термин_1 > термин_3 $\vee$ термин_1 > термин_4) $\Rightarrow$ термин_5 = терм”.

В результате разработаны семантические шаблоны для перевода описаний на естественном языке в формальные логические выражения, которые в дальнейшем будут использованы для разработки программной системы.

Источники

1. Платонов А.В., Полещук Е.А. Методы автоматического построения онтологий. // Программные продукты и системы. № 2 (114), 2016.

2. Buitelaar P., Cimiano P. and Magnini B. Ontology learning from text: methods, evaluation, and applications. // Journ. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, 2007, vol. 123, p. 180.

3. Клещев А.С., Артемьева И.Л. Необогащенные системы логических соотношений. Ч. 1. // Научно-техническая информация, сер. 2. 2000. № 7.

УДК 004.8

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ: ВЫЗОВЫ, СТРАТЕГИИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ВНЕДРЕНИЯ

Ленько Даниил Михайлович, Гимадиев Равиль Шамсутдинович
КГЭУ, г. Казань, Россия
daniil8543@mail.ru

Аннотация. Автоматизация расчета сопряжения трубопроводов различных форм при произвольных углах сопряжения является ключевым аспектом проектирования сложных инженерных систем, таких как нефтегазовые установки и химические заводы. Традиционные методы ручного расчета оказываются трудоемкими и подверженными ошибкам, особенно при нестандартных конфигурациях. В данном обзоре рассматриваются современные подходы к автоматизации, включая использование вычислительных алгоритмов, программного обеспечения и методов моделирования. Представлены рекомендации по выбору инструментов, планированию внедрения, а также ограничения и лучшие практики на основе отраслевых наблюдений.

Ключевые слова: инженерные системы, кибербезопасность, автоматизация, трубопроводы, нефтегазовые установки.

AUTOMATION OF PIPELINE DESIGN: CHALLENGES, STRATEGIES AND BENEFITS OF IMPLEMENTATION

Daniil M. Lenko, Ravil Sh. Gimadiev
KSPEU, Kazan, Russia
daniil8543@mail.ru

Abstract. The automation of pipeline conjunction calculation for various shapes at arbitrary conjunction angles is a critical aspect of designing complex engineering systems, such as oil and gas facilities and chemical plants. Traditional manual calculation methods are labor-intensive and prone to errors, especially with non-standard configurations. This overview explores modern automation approaches, including computational algorithms, software tools, and modeling techniques. Recommendations for tool selection, implementation planning, limitations, and best practices based on industry observations are provided.

Keywords: engineering systems, cybersecurity, automation, pipelines, oil and gas installations.

Автоматизация расчета сопряжения трубопроводов с разнообразной геометрией и нестандартными углами соединения становится важнейшим

элементом современного инженерного проектирования. Особенно актуальна она в отраслях, где критически важны высокая точность и оперативность, таких как нефтегазовая промышленность, химическое производство, энергетика и водоснабжение. Традиционные методы проектирования, основанные на ручных вычислениях или упрощенных программных решениях, уже не отвечают современным требованиям из-за их трудоемкости, высокого риска ошибок и ограниченной способности учитывать сложные геометрические конфигурации. Например, при проектировании трубопроводов с L-образными, T-образными или многосвязными сопряжениями инженеры вынуждены вручную определять точки изгиба, рассчитывать углы соединения, анализировать напряжения в зонах стыков и подбирать опорные элементы. Такой процесс может занимать дни или даже недели, особенно при нестандартных углах, отклоняющихся от 90° или 45°. Автоматизация этих процессов позволяет сократить временные затраты, повысить точность расчетов, минимизировать ошибки и оптимизировать использование материалов, что особенно важно в условиях роста стоимости ресурсов и ужесточения экологических норм [1, 2].

Одним из ключевых преимуществ автоматизации является исключение человеческого фактора, который часто становится источником неточностей. Ручные расчеты требуют глубоких знаний в области механики, геометрии и материаловедения, а также учета множества внешних факторов, таких как давление, температура, вибрации и коррозия. Автоматизированные системы, напротив, используют передовые методы, такие как метод конечных элементов (FEA), который позволяет разбить сложную систему на множество элементов, проанализировать их поведение под нагрузкой и определить оптимальные параметры соединения. Например, при сопряжении круглой трубы диаметром 300 мм с прямоугольной трубой под углом 72° система может автоматически рассчитать распределение напряжений, предложить оптимальную конфигурацию сварного шва и указать на необходимость усиления конструкции [3]. Кроме того, технологии 3D-сканирования позволяют создавать точные цифровые двойники существующих трубопроводов, что особенно полезно при модернизации устаревших систем, где отсутствие точной документации затрудняет проектирование.

Процесс внедрения автоматизации начинается с тщательного сбора данных о трубопроводной системе, включая геометрические параметры (диаметр, толщину стенок), материал (углеродистая сталь, нержавеющая сталь, полимеры) и условия эксплуатации (давление, температура, тип транспортируемой среды). Затем выбирается подходящее программное обеспечение, такое как AutoCAD Plant 3D или Bentley OpenPlant, способное обрабатывать сложные геометрические конфигурации [4]. После создания цифровых моделей настраиваются алгоритмы расчетов, учитывающие

механические свойства материалов, внешние воздействия (сейсмические нагрузки, ветровые воздействия) и эксплуатационные условия. Для проверки точности системы проводятся тестовые расчеты на простых конфигурациях, таких как прямолинейный участок с углом 45°, и сравниваются с ручными расчетами. Если расхождения минимальны, система готова к работе с более сложными сценариями.

Обучение команды инженеров играет ключевую роль в успешном внедрении автоматизации. Многие специалисты, привыкшие к традиционным методам, могут испытывать трудности при освоении новых программных комплексов. Для преодоления этих барьеров рекомендуется организовать комплексное обучение, включающее как теоретические аспекты (метод конечных элементов, принципы оптимизации), так и практические занятия по созданию и анализу моделей. Кроме того, важно предусмотреть возможность автоматического обновления моделей при изменении параметров проекта. Например, если угол сопряжения изменяется с 60° до 75°, система должна автоматически пересчитать нагрузки, обновить чертежи и предложить новые рекомендации по усилению конструкции.

Несмотря на преимущества, внедрение автоматизации сопряжено с рядом вызовов. Сложность геометрии трубопроводов, особенно при нестандартных углах, требует значительных вычислительных ресурсов. Для решения этой проблемы можно использовать облачные вычисления, которые обеспечивают доступ к практически неограниченным мощностям. Еще одной проблемой является качество исходных данных: ошибки в параметрах труб могут привести к некорректным расчетам [5]. Для минимизации рисков рекомендуется внедрить этап предварительной проверки данных. Совместимость программного обеспечения с существующими системами также может стать препятствием, особенно при использовании устаревших версий CAD-систем. Наконец, недостаток опыта у персонала может замедлить процесс внедрения, поэтому важно обеспечить доступ к технической поддержке со стороны разработчиков.

Для повышения эффективности автоматизации можно использовать несколько стратегий. Во-первых, начать с пилотного проекта на небольшом участке трубопровода, например, с углом 70°. Это позволит протестировать инструмент и устранить его слабые стороны. Во-вторых, применять модульный подход, разделяя процесс на этапы: анализ геометрии, расчет нагрузок и оптимизация конфигурации. В-третьих, использовать облачные технологии, которые упрощают совместную работу и масштабирование вычислительных ресурсов. В-четвертых, регулярно обновлять стандарты проектирования, такие как ГОСТ или ASME B31.3, чтобы адаптировать алгоритмы к новым требованиям. Наконец, сотрудничать с разработчиками программного обеспечения для настройки решений под конкретные задачи.

Примером успешного применения автоматизации является проект модернизации трубопроводной системы на нефтеперерабатывающем заводе в регионе Персидского залива. Использование программного комплекса с машинным обучением позволило рассчитать оптимальные параметры соединения труб диаметром 500 мм под углом 110°, снизив напряжения в зоне стыка на 18 % и сократив расход стали на 12 %. Время проектирования сократилось с двух недель до трех дней. Другой пример – проектирование системы водоснабжения для жилого комплекса с овальными трубами и углами соединения от 30° до 85°. Применение 3D-сканирования и автоматизированных расчетов позволило избежать ошибок и обеспечить точное соответствие проектным требованиям [6].

Однако автоматизация – это не статичное решение, а динамический процесс, требующий постоянного совершенствования. Регулярный анализ результатов расчетов и их сравнение с реальными данными позволяют поддерживать высокую точность. Например, если в процессе эксплуатации обнаруживаются вибрации, превышающие расчетные значения, система может быть обновлена для учета этих данных. Интеграция с другими инженерными системами, такими как ERP или системы мониторинга, открывает новые возможности для анализа данных в реальном времени, что особенно важно для крупных проектов.

В заключение, автоматизация расчета сопряжения трубопроводов – это мощный инструмент, который трансформирует инженерное проектирование, сокращая сроки, повышая надежность и минимизируя затраты. Успех внедрения зависит от правильного выбора программного обеспечения, тщательной подготовки данных, обучения команды и постоянного мониторинга результатов. Автоматизация – это не конечная цель, а непрерывный процесс, требующий гибкости и готовности к адаптации [7]. Она открывает новые горизонты для создания сложных, надежных и эффективных трубопроводных систем, отвечающих требованиям современного мира.

Источники

1. Нигамедьянов А. Я. Использование систем автоматизированного проектирования в нефтегазовой отрасли // Материалы VIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: https://scienceforum.ru/2016/article/2016029416 (дата обращения: 07.03.2025).

2. Капсудина А. Ю. Автоматизация проектирования трубопроводов водоснабжения в системе AUTOCAD // Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни: Материалы IV Межвузовской студенческой научно-практической конференции с международным участием (электронное

издание). Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. С. 143-148.

3. Применение цифровой модели линейного объекта для проектирования трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов / Ю. С. Поверенный, А. Д. Дубров, Н. Г. Гилев [и др.] // Нефтяное хозяйство. 2020. № 8. С. 106-109.

4. Кузнецов И. С. К вопросу автоматизации расчета магистрального нефтепровода // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных: сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Министерство образования и науки Российской Федерации; Правительство Омской области; Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ). Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2018. С. 19-24.

5. Шайхуллин У.Р., Зарипова Р.С. Разработка методики и информационной системы расчета оптимального маршрута трубопроводной сети системы теплоснабжения // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т. 1. С. 142-145.

6. Кузнецов И. С. Программный комплекс «Pipelinelab» для автоматизации расчета нефтепровода // Цифровая энергетика будущего: сборник научных трудов. Министерство промышленности, транспорта и инновационных технологий Омской области; Департамент экономической политики города Омска; Общественная палата Омской области; ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет»; ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения. Омск: Сибирское отделение Академии военных наук, 2018. С. 26-29.

7. Хаджиева Л.К., Халидов А.А., Хагаева А.В. Цифровизация и автоматизация производства в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 443-446.

УДК 629

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПОДВИЖНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН В MATLAB SIMULINK С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Мазунова Лариса Николаевна, Беляков Владимир Викторович, Ерофеева Лариса Николаевна
ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, Россия
matematixx@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросам применения прикладных программных средств для решения технических задач, в частности, при разработке алгоритма вычисления интегрального показателя подвижности на основе методов многокритериальной оценки качества, технико-эксплуатационных характеристик наземных транспортно-технологических машин и комплексов и параметров местности.

Ключевые слова: подвижность, интегральный показатель качества, поверхность движения, Matlab Simulink, многокритериальная оптимизация.

CONSTRUSTING AN ALGORITHM OF CALCULATION OF AN INTEGRAL INDICATOR OF THE MOBILITY OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES IN MATLAB SIMULINK CONSIDERING THE CHARACTERISTICS OF THE SURFACE

Mazunova L.N., Belyakov V.V., Erofeeva L.N.
Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia
matematixx@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the application of software tools to solve technical problems, in particular, when developing an algorithm for calculating the integral mobility index based on multicriteria quality assessment methods, technical and operational characteristics of ground-based transport and technological machines and complexes, and terrain parameters.

Keywords: mobility, integral quality index, driving surface, Matlab Simulink, multi-criteria optimization.

Выбор подходящей автотракторной техники из множества доступных вариантов часто затруднён, особенно если речь идёт о машинах, выполняющих одинаковые задачи в схожих условиях. Для объективного сравнения таких машин и принятия обоснованного решения о проектировании новой модели используется показатель подвижности. Этот показатель рассчитывается на

основе технических и эксплуатационных характеристик каждой машины и параметров местности. Он позволяет не только сравнивать уже существующие образцы, но и оценивать эффективность различных конструкторских решений, помогая выбрать оптимальный вариант, адаптированный к заданному типу поверхности. Интегральный показатель подвижности выступает критерием оценки и сравнения, упрощая процесс выбора наиболее подходящей техники для конкретных нужд. Он учитывает множество факторов, заложенных в технических характеристиках, и позволяет оценить эффективность работы машины в реальных условиях эксплуатации.

В основе алгоритма вычисления интегрального показателя подвижности лежит метод многокритериальной оценки качества. Система критериев, описывающих подвижность, как способность транспортно-технологической машины выполнять поставленную задачу с оптимальной адаптивностью к условиям эксплуатации и техническому состоянию самой машины, предложена профессором В.В. Беляковым [1-3].

В программе Matlab Simulink создана математическая модель транспортно-технологической машины [4]. Эта модель позволяет прогнозировать, как изменения в конструкции машины (на этапе проектирования или модернизации) повлияют на её ключевые характеристики. Проще говоря, мы можем "виртуально" изменять дизайн машины в Simulink и смотреть, как это отразится на её подвижности. Для проведения таких "виртуальных экспериментов" используются возможности Simulink (для моделирования динамики системы) и Matlab (для математических вычислений и обработки данных).

На данном этапе исследования в качестве поверхности движения рассматривается снег различной плотности. В связи с этим возникает необходимость вычисления обобщенной функции сцепления и обобщенной функции сопротивления движению в зависимости от параметров снега [5-6].

Вычисление обобщенной функции сцепления

$$\Phi_{\varphi} = \frac{\tau}{p_{\varepsilon}},$$

где τ – сопротивление грунта (снега) сдвигу, p_{ε} – нормальное давление штампа на снежный покров.

$$\tau = c_0 + p_{\varepsilon}\left(\varphi_p + tg\varphi_0\right),$$

где c_0 – связность снега, p_{ε} – давление движителя на грунт, φ_p – коэффициент трения резины о снег, $tg\varphi_0$ – коэффициент внутреннего трения.

Вычисление обобщенной функции сопротивления движению

$$\Phi_f = \frac{F_f}{G},$$

где $F_f = b_к \cdot p_г \cdot h_г \cdot N_к$, $b_к$ – ширина колеса, $h_г$ – деформация снега, $N_к$ – количество колес.

Взаимосвязь между давлением и деформацией снега отражает формула В.А. Малыгина:

$$h_г = \frac{p_г}{\left(\frac{1}{h_{\max}}\right) p_г + \gamma}, \text{ где}$$

где $h_{\max}$– коэффициент, характеризующий величину деформации снега при давлениях, соответствующих максимальному его уплотнению, м; γ – коэффициент начальной жесткости снега, характеризующий удельное сопротивление деформации (МПа/м) в начальной стадии, представляет собой коэффициент жесткости при нагрузках и деформациях, близких к нулю.

Реализация вычислений характеристик в среде Matlab Simulink приведена на рис. 1.

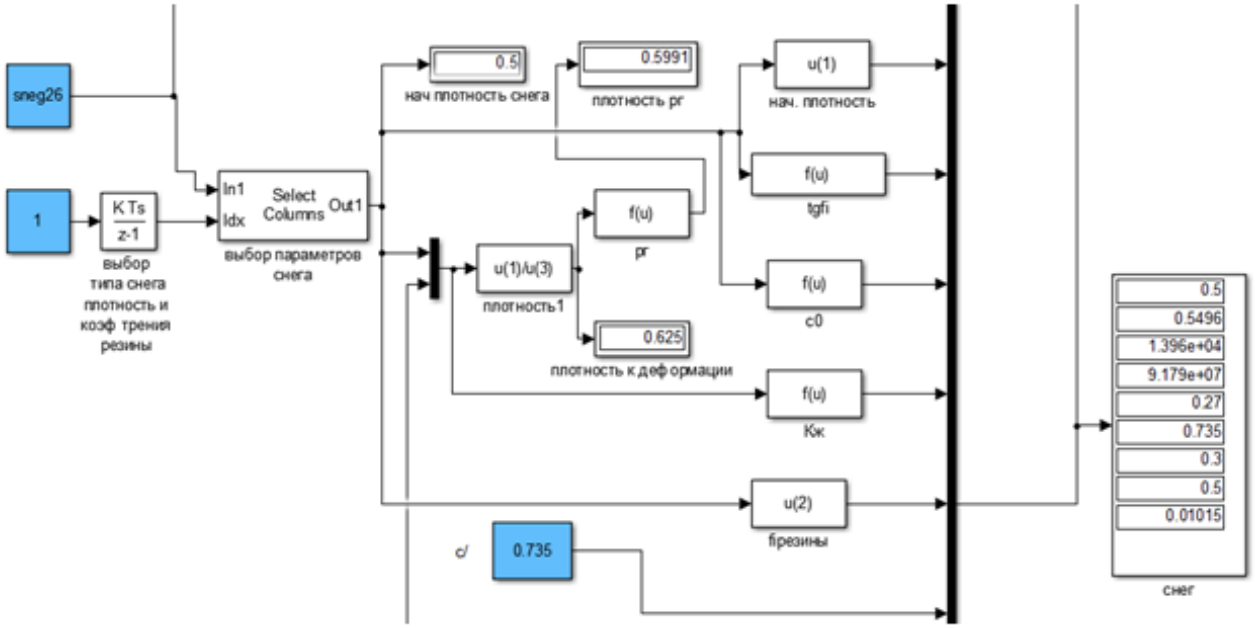


Рис. 1. Фрагмент имитационной модели в среде Matlab Simulink

Посредством представленного алгоритма можно не только оценить подвижность транспортно-технологических машин [7-9], но и сравнивать между собой на снегах различной плотности (рис. 2).

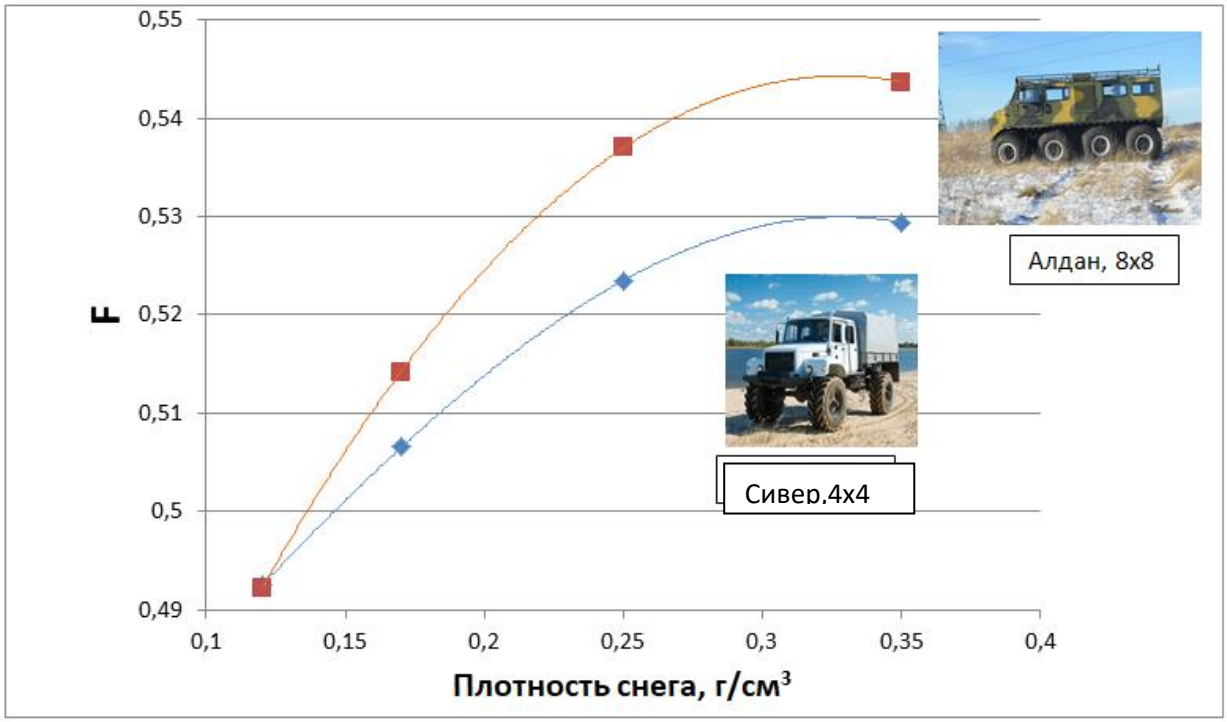


Рис. 2. Изменение интегрального показателя подвижности в зависимости от несущей способности поверхности движения

Таким образом, можно сделать вывод о том, что с увеличением несущей способности снежного покрова возрастает подвижность машины, причем увеличение количества осей в конструкции автомобиля способствует более быстрому возрастанию интегрального показателя.

Источники

1. Беляков В.В. Оценка подвижности транспортно-технологических машин / В.В. Беляков, Е.Ю. Голышев // НГТУ, Н.Новгород, 2002. Деп. в ВИНИТИ 10.01.02. №28-В 2002.

2. Беляков В.В. Оценка подвижности транспортно-технологических машин / В.В. Беляков, М.Е. Бушуева, Е.Ю. Голышев // Проблемы качества и эксплуатации автотракторных средств: материалы II международной научно-технической конференции. ПГАСА. Пенза, 2002 Ч. 1. С. 23-31.

3. Беляков В.В. Многокритериальная оптимизация в задачах подвижности, конкурентоспособности автотракторной техники и диагностики сложных технических систем: учеб. пособие / В.В. Беляков, М.Е. Бушуева, В.И. Сагунов / НГТУ. Н. Новгород, 2001. 271 с.

4. Мазунова Л.Н. Реализация алгоритма вычисления показателя подвижности транспортно-технологических машин в среде имитационного моделирования Matlab Simulink / Л. Н. Мазунова, В. В. Беляков, Л. Н. Ерофеева // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 317-320.

5. Барахтанов Л. В. Проходимость автомобиля: Учеб. пособие по дисциплине "Теория автомобиля" для спец. 150100 "Автомобиле- и тракторостроение" / Л. В. Барахтанов, В. В. Беляков, В. Н. Кравец. Н. Новгород: [б. и.], 1996. 198 с.: ил.

6. Снегоходные машины / Л. В. Барахтанов, В. И. Ершов, А. П. Куляшов, С. В. Рукавишников; Горьков. политехн. ин-т им. А. А. Жданова. Горький: Волго-Вят. кн. изд-во, 1986. 191 с. : ил.

7. Мазунова Л.Н. Методика вычисления интегрального показателя подвижности колесных вездеходов на основе метода мнокритериальной оптимизации / Л. Н. Мазунова, В. В. Беляков, Л. Н. Ерофеева [и др.] // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2022. № 3. С. 211-222.

8. Мазунова Л.Н. Разработка методики вычисления показателя подвижности по мобильности легковых автомобилей, основанной на применении многокритериальной оптимизации / Л. Н. Мазунова, М. А. Дубкова, В. В. Беляков [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2021. № 2(133). С. 102-112.

9. Мазунова Л. Н. Обзор подходов к оценке качества и подвижности автотракторной техники, основанных на методах многокритериальной оценки качества / Л. Н. Мазунова, В. В. Беляков, Л. Н. Ерофеева, М. Е. Бушуева // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2023. Т. 21, № 3. С. 170-179.

УДК 519.876.5

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ-МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО ФОТОАППАРАТА НА БАЗЕ ПАКЕТА SHINY ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ R

Макаров Олег Борисович
Лениногорский филиал КНИТУ-КАИ, г. Лениногорск, Россия
MakarovOB@stud.kai.ru

Аннотация. В настоящей статье описан процесс создания приложения-модели цифрового фотоаппарата. Данное приложение наглядно показывает влияние основных настроек фотоаппарата, таких как светочувствительность, выдержка и диафрагма, на итоговый снимок.

Ключевые слова: модель, цифровой фотоаппарат, magick, caTools, Shiny, R, светочувствительность, выдержка, диафрагма.

DEVELOPMENT OF A DIGITAL CAMERA MODEL APPLICATION BASED ON THE SHINY PACKAGE OF THE R PROGRAMMING LANGUAGE

Makarov Oleg Borisovich
Leninogorsk branch of KNRTU-KAI, Leninogorsk, Russia
MakarovOB@stud.kai.ru

Abstract. This article describes the process of creating a digital camera model application. This application clearly shows the effect of the basic camera settings, such as photosensitivity, shutter speed and aperture, on the final image.

Keywords: model, digital camera, magick, caTools, Shiny, R, photosensitivity, shutter speed, aperture.

По данным сервиса BankMyCell количество пользователей смартфонов в 2024 году достигло 4,88 миллиарда [1]. В то же время данные ассоциации CIPA (Camera & Images Products Association) показывают, что в период с 1999 года по 2024 было продано около 1,2 миллиарда цифровых фотоаппаратов [2]. Эти данные указывают на большую распространенность цифровых камер среди людей по всему миру.

В связи с тем, что цифровые камеры стали общедоступными, уровень компетенций в сфере фотографии снизился. В открытом доступе есть большое количество литературы и инструкций по использованию фотокамер. Однако

теоретические материалы не смогут в полной мере заменить практический тренажер, который сразу же выдает результат. Таким тренажером может послужить приложение, моделирующее работу цифрового фотоаппарата.

Тремя основными настройками, которые влияют на итоговое изображение, являются светочувствительность, выдержка и диафрагма. Их задает пользователь, а они в свою очередь влияют на яркость, резкость и шум.

Для создания снимка необходима сцена, симулировать которую можно с помощью GIF-анимации. При этом для симуляции глубины резкости и размытия объектов при высокой выдержке GIF-анимация должна состоять из нескольких элементов. Для простоты демонстрации был использован необходимый минимум: динамический объект на переднем плане и статический фон.

Для симуляции глубины резкости эти объекты необходимо обрабатывать отдельно, а после совмещать. Модификация двух объектов экспозиции выполняется в зависимости от попадания значения диафрагмы в определенный интервал, либо конкретное значение. Высокое значение диафрагмы (больше 16) не изменяет эти объекты. При попадании в интервал от 4 до 16 на задний фон накладывается эффект размытия. При значениях 4 и 3,5 на оба объекта накладывается эффект слабого размытия. А при значении 2,8 (самом низком) накладывается сильное размытие.

При этом в зависимости от выдержки совмещенное изображение должно содержать один или несколько кадров. Если значение выдержки меньше, чем 1/1600, то размытие практически отсутствует, поэтому переменной, обозначающей количество положений динамического объекта, попавших на матрицу, присваивается значение 0, чтобы в последствии, при объединении, на заднем фоне появился только один кадр из анимации динамического объекта. В обратном случае количество кадров становится равным произведению значения выдержки и количества кадров, отображаемых в секунду для симуляции эффекта смазанного изображения

При высоких значениях светочувствительности качество изображения ухудшается вследствие появления шумов, а уменьшение светочувствительности делает изображение более четким. Поэтому, в зависимости от заданных пользователем значений, на изображение накладывается один из видов шума, либо фильтр минимизации шума. Тип накладываемого шума зависит от значения светочувствительности. Для значений 6400, 12800 и 25600 использованы гауссовский, мультипликативный гауссовский и импульсный типы шума соответственно. Значения же, меньшие, чем 6400, вызывают увеличение насыщенности до 120 и применение к изображению функции минимизации шума.

Вдобавок ко всему каждый из параметров, заданных пользователем, влияет на количество света, попадающего на матрицу и, как следствие, на яркость

изображения. Поэтому необходимо разработать функцию преобразования яркости в зависимости от значений этих параметров. В ходе разработки приложения было найдено следующее оптимальное преобразование: если значение светочувствительности больше 800, то яркости присваивается значение, равное сумме:

$$Я = 5 + \frac{С}{100} + 256 * В + 10 * Д. \quad (1),$$

В ином случае:

$$Я = 5 + \frac{С}{10} + 128 * В + 5 * Д, \quad (2),$$

где Я – яркость, С – светочувствительность, В – выдержка, Д – диафрагма.

Для разработки приложения-модели цифрового фотоаппарата был выбран язык программирования R, так как с подключением пакета Shiny данный язык позволяет полностью разработать пользовательский интерфейс, серверную часть и функцию обработки. Для удобства функция обработки была описана в отдельном файле.

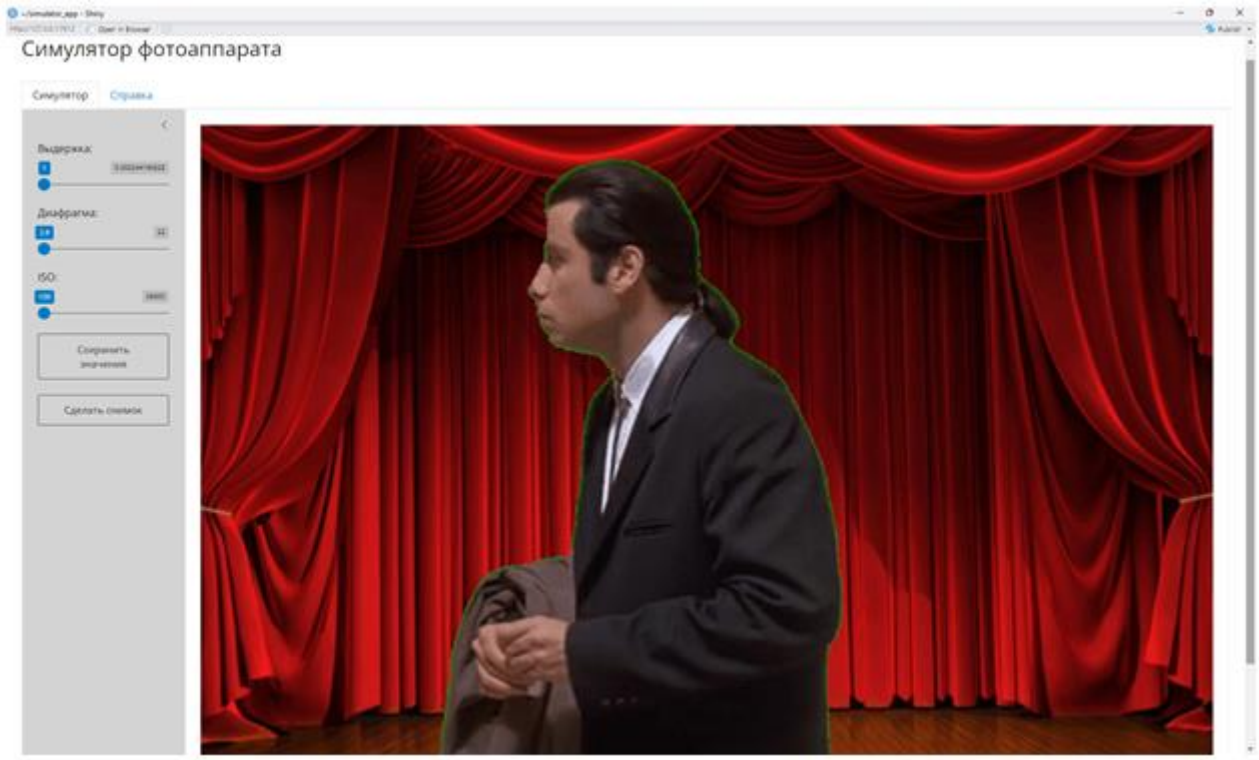


Рис. 1. Окно запущенного приложения

Пользовательский интерфейс был разделен на саму модель с тремя ползунками для выбора значений основных параметров и окном предпросмотра сцены, а также вкладку с краткой справочной информацией об этих параметрах и их влиянии на итоговый снимок. Получившееся изображение выводится на экран в модальном окне.

В серверной части содержится логика реакции на нажатие кнопок и обращение к сторонней функции. При нажатии на кнопку сохранения значений они передаются в функцию обработки, которая описана в отдельном файле и возвращает путь к временному файлу, содержащему информацию о сформированном изображении, в переменную result_image.

Реакция на кнопку «Сделать снимок» отображает модальное окно с заголовком и полученным изображением, для закрытия которого достаточно произвести клик за его пределами.

Полученное в результате приложение можно использовать для обучения основам фотографии. Оно позволяет сразу закрепить знания о теоретических аспектах работы фотоаппарата на практике, экспериментируя с настройками и наблюдая изменения. В модели реализованы основные эффекты фотографии, такие как эффект Боке, размытие в движении, появление шумов при высокой светочувствительности и другие.

Источники

1. Turner A., Juanilo K. How Many Smartphones Are In The World? (2025) / Turner A., Juanilo K. [Электронный ресурс] // BankMyCell: [сайт]. URL: https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world (дата обращения: 31.03.2025).

2. Statistical data on Digital Camera [Электронный ресурс] // CIPA Camera & Images Products Association: [сайт]. URL: https://www.cipa.jp/e/stats/dc.html (дата обращения: 31.03.2025).

3. Цифровой фотоаппарат / В. Г. Волков. СПб.: ООО Издательство «Сова», 2005. 93 с.

4. К. Уикем, Х. Изучаем Shiny / Х. Уикем; перев. с англ. А. Ю. Гинько. М.: ДМК Пресс, 2022. 374 с. ISBN 978-5-97060-964-4.

5. Наглядная статистика. Используем R!: учеб. пос. / А. Б. Шипунов, Е. М. Балдин, П. А. Волкова, А. И. Коробейников. М.: ДМК Пресс, 2014. 298 с. ISBN 978-5-94074-828-1.

УДК 621-313.3

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Макарова Ирина Викторовна, Бойко Алексей Дмитриевич
Набережночелнинский институт (филиал) Казанского федерального университета,
г. Набережные Челны, Россия
kamivm@mail.ru

Аннотация. Транспортная логистика в современных условиях включает в себя все больше интеллектуальных элементов, которые совершенствуют как физические объекты, так и оптимизируют процессы, используя технологии средств связи, интернета вещей и анализа данных. Одним из процессов, который реализуется в логистической цепочке, является процесс погрузки и разгрузки (ПРР). Для оптимизации ПРР используются имитационные модели, которые позволяют не только сократить время ожидания грузовиков в очереди на разгрузку, но и снизить воздействие на окружающую среду, что крайне важно в городах, а особенно мегаполисах. В статье приведен практический пример использования такой модели, проведен оптимизационный эксперимент и показана достигнутая эффективность.

Ключевые слова: транспортная логистика, имитационная модель, оптимизация, ПРР.

USING INTELLIGENT SOLUTIONS TO IMPROVE LOGISTICS PROCESSES

Makarova Irina Viktorovna, Boyko Aleksey Dmitrievich
Kazan Federal University - Naberezhnye Chelny Institute, Naberezhnye Chelny, Russia
kamivm@mail.ru

Annotation. Transport logistics in modern conditions includes more and more intelligent elements that improve both physical objects and optimize processes using technologies of communication tools, the Internet of things and data analysis. One of the processes that is implemented in the logistics chain is the loading and unloading process (L&U). To optimize the L&U, simulation models are used that allow not only to reduce the waiting time of trucks in the unloading queue, but also to reduce the impact on the environment, which is extremely important in cities, especially megalopolises. The article provides a practical example of using such a model, an optimization experiment was conducted and the achieved efficiency is shown.

Key words: transport logistics, simulation model, optimization, L&U.

Транспортная логистика направлена на своевременную и экономичную доставку грузов, включая автоматизацию складов, оптимизацию маршрутов и

применение современных технологий [1]. Важную роль играют погрузочно-разгрузочные работы, эффективность которых повышается за счёт внедрения интеллектуальных систем управления, автоматизированных механизмов и цифровых платформ для отслеживания грузов.

Развитие технологий ИИ и умной транспортной инфраструктуры, таких как фургоны Swing Master и система DeOS, позволяет значительно сократить время погрузки, простоев и пробега транспорта. Это приводит к повышению точности поставок, снижению издержек и улучшению клиентского сервиса, что делает логистические процессы более эффективными и устойчивыми к внешним вызовам.

Состояние проблемы: применение интеллектуальных решений в логистике

Современная логистика сталкивается с необходимостью адаптации к сложным факторам, включая цифровизацию, автоматизацию и устойчивое развитие [2]. В исследовании [3] предлагается использование формального языка (например, SysML) для моделирования цепочек поставок, что упрощает анализ и оптимизацию процессов. Концепция Logistics 5.0 [4] объединяет киберфизико-социальные системы (CPSS), блокчейн и децентрализованные автономные организации (DAO), обеспечивая переход к интеллектуальной логистике. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) и больших данных позволяет оптимизировать распределение грузов, прогнозировать спрос и снижать затраты [5]. Технологии 5G и IoT трансформируют логистику, улучшая управление транспортировкой, складированием и дистрибуцией. Например, нейросетевые модели (LSTM, ARIMA) повышают точность прогнозирования спроса, а стохастические сети Петри помогают оптимизировать распределительные процессы.

Важную роль играет зеленая логистика, направленная на снижение углеродного следа [6]. Кроме того, внедрение цифровых платформ и RFID-технологий улучшает контроль качества и прозрачность цепочек поставок [7]. ПРР играют ключевую роль в городской логистике, влияя на эффективность доставки товаров. В исследовании [8] предложена методология оптимизации зон ПРР в условиях перегруженного города (на примере Керетаро, Мексика), использующая микросимуляцию для анализа сценариев. Анализ показывает, что выбор решений зависит не только от технических характеристик, но и от внешних факторов, таких как загрузка транспорта. Перспективным направлением является зеленая логистика. В работе [9] сравниваются традиционная и экологичная доставка, показывая, что краудшиппинг и рациональное использование транспорта снижают затраты и выбросы.

Материалы и методы. В Набережных Челнах с населением 500+ тыс. человек доставка грузов, особенно в дневное время, затруднена из-за большого числа торгово-развлекательных центров, расположенных в черте города. Проблему очередей на разгрузку грузов можно решить, ускорив процесс

разгрузки за счет оптимизации операций, выбора рациональных параметров процесса и строгого соблюдения графика. Для решения проблемы предлагается СППР, с интеллектуальным ядром в виде имитационной модели в AnyLogic. Ускорить работу с документами и приемку грузов поможет маркировка контейнеров (ящиков) с помощью QR-кодов. Для идентификации и отслеживания грузов могут использоваться RFID-метки. Создание хранилища данных позволит быстро принимать решения, снижая вероятность ошибок при их вводе.

Рис. 1. Концептуальная схема СППР

Модульная архитектура СППР позволит с минимальными затратами корректировать систему по мере возникновения новых задач. Имитационная модели также может корректироваться по необходимости. Для упрощения работы пользователей и взаимодействия между модулями разработаны соответствующие интерфейсы.

Результаты и обсуждение: оптимизация ПРР в торговом центре

Анализ проводился для ТЦ «Омега» в Набережных Челнах. Дискретно-событийное моделирование имитирует подъезд грузовиков (классифицированных по грузоподъемности) и формирование очередей, а агентное используется для идентификации грузовиков, грузов и работников. Алгоритм включает прибытие, разгрузку и выезд автомобилей. Структура и реализация моделей идентична для каждого из ворот. Статистика собирается в течение рабочих смен. Для оптимизации расписания прибытия грузовиков применяется блок «schedule». СППР позволяет формировать график, учитывая нормативное время разгрузки и загруженность ворот.

Имитационная модель позволяет подобрать оптимальные параметры, изменив текущий вариант использования ресурса в лучшую сторону. Так как целевой функцией является минимизация времени разгрузки и более быстрое освобождение ресурса, на начальном этапе были изучены текущие параметры

загрузки ворот и занятости погрузчика. Так как время разгрузки влияет на длину очереди, было принято решение использовать QR-коды для заполнения БД.

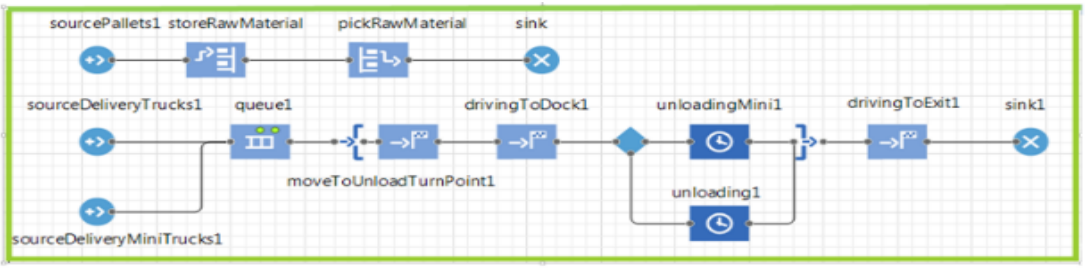
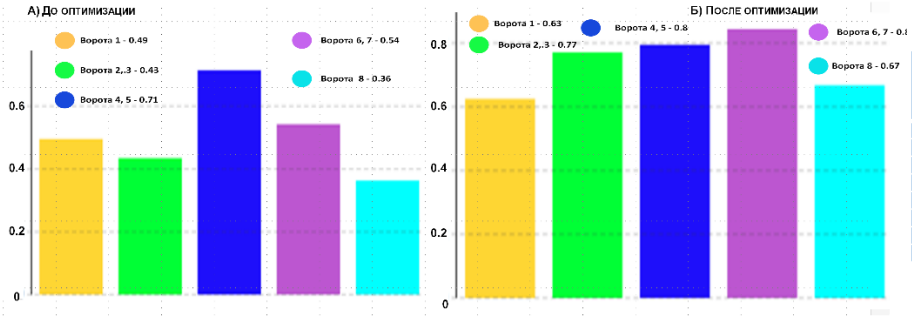


Рис. 2. Дискретно-событийная модель

Поскольку работа грузчиков влияет на время разгрузки, мы определили степень занятости грузчиков на разных воротах. Столбчатая диаграмма, представленная на рис. 3а, показывает неравномерность их занятости.



Ворота (пандус) №	Время ожидания грузовика в очереди, мин.	
	Исходное расписание	Оптимальное расписание
1	23 мин.	0,49 мин .
2	39 мин .	0,92 мин .
3	19 мин .	1,12 мин .
4	23 мин .	1,73 мин .
5	19 мин .	0,83 мин .
6	22 мин .	1,24 мин .
7	20 мин .	0,29 мин .
8	18 мин .	1,06 мин .

График занятости грузчиков Оптимизация очереди

Рис. 3. Результаты оптимизации работы грузчиков и длины очереди

В связи с неравномерной занятостью грузчиков, на основании оптимизационного эксперимента было принято решение об изменении их количества: на воротах 1-3 разместить двоих человек, на воротах 4-5 по 4 человека, на воротах 6-7 – по три, а на воротах 8 оставить одного (рис. 3б). Данная мера приведет к более равномерной занятости. Управляя временем прибытия автомобилей на разгрузку через блок расписания, можно сократить время нахождения автомобилей в очереди. В таблице 1 приведены результаты оптимизации времени нахождения автомобилей в очереди.

Анализ деятельности в системе разгрузки грузов показал, что имитационные модели являются хорошим инструментом в системе поддержки принятия решений, поскольку позволяют не только упорядочить и оптимизировать процесс разгрузки, но и решить ряд сопутствующих задач: оптимизировать количество и повысить равномерность занятости грузчиков, сократить время ожидания грузовых автомобилей в очереди на разгрузку, а в условиях плотной городской застройки избавить их от необходимости искать место для парковки во время ожидания. Кроме того, это снижает экологическую

нагрузку на прилегающие территории, следовательно, снижает риск заболеваний жителей города. В целом это приводит к более быстрой доставке грузов и повышению эффективности логистической цепочки.

Источники

1. Макарова И.В., Мухаметдинов Э.М., Габсалихова Л.М., Бойко А.Д. Развитие умных транспортных систем. В сборнике: Прогрессивные технологии в транспортных системах. Материалы XVIII международной научно-практической конференции. Оренбург, 2023. С. 276-285.
2. Макарова И.В., Бойко А.Д., Мавляутдинова Г.Р. Интеллектуальные методы совершенствования системы доставок в сфере электронной коммерции. Воронежский научно-технический Вестник. 2024. Т. 4. № 4 (50). С. 64-78.
3. Г. Тьерс и Л. Мак Гиннис. Моделирование и имитация логистических систем // Труды зимней конференции по моделированию. 2011.
4. Дж. Ли и др. Логистика 5.0: от интеллектуальных сетей к устойчивым экосистемам // IEEE Transactions on Intelligent Vehicles. Т. 8, № 7, 2023. С. 3771-3774.
5. X. Wu. Оптимизация режима распределения на складе логистики свежих продуктов питания с точки зрения интеллектуальной логистики // Конференция IEEE 2021 года по телекоммуникациям, оптике и информатике (TOCS). Шэньян, Китай, 2021. С. 307-311.
6. Чжан Ин. Планирование низкоуглеродной логистической сети на основе зеленой цепочки поставок // 13-я Международная конференция по измерительным технологиям и мехатронной автоматизации. Бэйхай, Китай, 2021. С. 86-89.
7. C. Wan. Современная интеллектуальная парадигма управления логистикой на основе модели информационной системы управления // Международный семинар по компьютерным наукам и инженерным технологиям (SCSET). Индианаполис, Индиана, США, 2022 г. С. 155-158.
8. Хорхе де Хесус Очоа-Олан и др. Подход к моделированию и микросимуляции для оценки местоположения, количества и размера погрузочно-разгрузочных площадок: исследование на примере города Керетаро, Мексика // Междисциплинарные перспективы транспортных исследований. Т. 10. 2021.
9. А. Галкин, Ю. Попова, В. Киселев, Т. Князева, М. Куценко, Н. Соколова. Сравнение решений городской традиционной доставки и зеленой логистики // 13-я Международная конференция по разработкам в области электронных систем, Ливерпуль, Великобритания, 2020. С. 95-99.

УДК 004.946

ИМИТАЦИОННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ

Минеев Альберт Эдуардович, Бикмуллина Ильсияр Ильдаровна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
albertmineevknrtu@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется имитационное тестирование робототехнических систем в виртуальных средах, рассматриваются исторические этапы развития технологий виртуальной реальности и их применение в робототехнике. Представлен комплексный подход к тестированию, включающий многоуровневую архитектуру виртуального полигона, модульность и интеллектуальные системы. Особое внимание уделено преимуществам и ограничениям виртуальных сред, а также перспективам их развития, таким как интеграция с ИИ и смешанной реальностью.

Ключевые слова: робототехника, виртуальная среда, имитационное тестирование, цифровой двойник, искусственный интеллект, симуляторы.

SIMULATION TESTING OF ROBOTIC SYSTEMS IN A VIRTUAL ENVIRONMENT

Mineev Albert Eduardovich, Bikmullina Ilsiyar Ildarovna
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
albertmineevknrtu@mail.ru

Abstract. The article examines simulation testing of robotic systems in virtual environments, exploring the historical development of virtual reality technologies and their applications in robotics. A comprehensive testing approach is presented, featuring a multi-level virtual testing ground architecture, modularity, and intelligent systems. Special attention is given to the advantages and limitations of virtual environments, as well as future prospects, such as integration with AI and mixed reality.

Keywords: robotics, virtual environment, simulation testing, digital twin, artificial intelligence, simulators.

Развитие виртуальных тренажёров для робототехники прошло значительную эволюцию с 1980-х годов, когда появление мощных компьютеров и графических станций позволило создавать первые реалистичные виртуальные среды. В 1994 году компания Silicon Graphics представила OpenGL – библиотеку для рендеринга 3D-графики, которая стала стандартом для симуляторов. Это

открыло возможности для разработки таких платформ, как Webots (1998), используемой в университетах по всему миру для моделирования мобильных роботов[1]. Важным шагом стало появление Robot Operating System (ROS) в 2007 году, которая интегрировала инструменты для симуляции, значительно упростив процесс разработки. Например, NASA успешно использовала связку ROS + Gazebo для тестирования марсохода Curiosity, создав виртуальную среду, имитирующую марсианский рельеф для отработки посадки и перемещения[2]. Параллельно развивалась концепция цифровых двойников, как в случае системы RobotStudio от ABB, где виртуальные копии промышленных роботов помогали оптимизировать производственные линии [3].

В последние десятилетия технологии виртуальной реальности достигли нового уровня благодаря появлению лёгких и доступных VR-гарнитур, а также совершенствованию программного обеспечения [4]. Современные тренажёры позволяют моделировать сложные сценарии, тестировать алгоритмы и обеспечивать интерактивное обучение, что значительно повышает эффективность подготовки специалистов.

Исследование [5] рассматривает виртуальные 3D-среды как эффективный инструмент для верификации и тестирования робототехнических систем, отмечая возможность сокращения затрат на разработку и избежания ошибок на ранних этапах. При этом авторы используют технологии компьютерного моделирования, включая Microsoft Robotics Developer Studio (MRDS) с модулем NVIDIA PhysX для имитации физических явлений, а также специализированные программы для светотехнического анализа. Хотя преимущества виртуальных сред очевидны – возможность тестирования алгоритмов без дорогостоящих стендов и предварительная визуализация проектов – существуют и ограничения, такие как сложности моделирования шумов, эффектов окружающей среды и точности светотехнических расчетов, требующих дополнительной калибровки.

Авторы [1] анализируют использование виртуальных симуляторов, таких как Gazebo и Webots, для обучения студентов, подчеркивая экономическую эффективность, безопасность и гибкость в создании различных сценариев. Однако отмечается и недостаток – отсутствие физического взаимодействия с реальными роботами, что ограничивает практический опыт учащихся в работе с аппаратными компонентами. В исследовании [6], посвященном подготовке космонавтов к работе с лунными роботами, применяется подход на основе иммерсивных VR-тренажеров с 3D-визуализацией и многомодальными интерфейсами, включая голосовое управление и экзоскелетные системы. Этот метод доказал свою эффективность в формировании практических навыков у космонавтов и минимизации рисков за счёт возможности отработки различных сценариев в виртуальной среде.

Разработанный авторами [7] универсальный виртуальный имитационно-тренажерный полигон для обучения операторов управлению робототехническими средствами позволяет моделировать широкий класс объектов и ситуаций, включая нештатные сценарии. В основе подхода лежит использование трёхмерных виртуальных сцен, подсистем управления, динамики и визуализации, таких как система «GLView», что обеспечивает высокую реалистичность и эффективность обучения. Преимуществами полигона являются возможность отработки сложных задач без риска повреждения реальных роботов, тестирование подсистем управления и визуализации, а также моделирование разнообразных условий.

Анализ исследований показывает три ключевых тренда: переход от механических моделей к цифровым экосистемам с повышенной точностью и интерактивностью, интеграция с искусственным интеллектом для автоматизации обучения и анализа, а также развитие от изолированных систем к глобальным платформам для совместной работы в виртуальных средах.

Виртуальные среды тестирования обладают значительными преимуществами перед традиционными методами, включая безопасность, экономию ресурсов и гибкость. Они исключают риски для персонала и оборудования, позволяют моделировать экстремальные сценарии и быстро изменять параметры испытаний. Однако недостатками остаются упрощённое моделирование физических взаимодействий и отсутствие тактильной обратной связи, что может требовать доработки алгоритмов при переходе к реальным условиям.

Перспективными направлениями развития являются:

– Цифровые двойники с машинным обучением,

– Системы смешанной реальности,

– Платформы точного моделирования физики, сокращающие разрыв между симуляцией и реальностью.

Методологические подходы к виртуальному тестированию:

1. Имитационное моделирование – создание виртуальных моделей для безопасной отработки сценариев.

2. Машинное обучение – обучение нейросетей в симуляции перед внедрением в реальные системы.

3. Цифровые двойники – точные виртуальные копии для мониторинга и прогнозирования.

4. Обучение с подкреплением (например, платформа NVIDIA Isaac) – тренировка алгоритмов в симуляции с последующим переносом на физические устройства.

На основе анализа современных решений предложен комплексный подход к тестированию робототехнических систем в виртуальной среде. Его ключевыми компонентами являются:

1. Многоуровневая архитектура.

– Базовый уровень: Проверка логики и алгоритмов управления.

– Продвинутый уровень: Детализированная физическая симуляция.

– Экспертный уровень: Полномасштабный цифровой двойник.

2. Модульность. Гибкая система комбинирования виртуальных компонентов [8]. Реалистичное моделирование сборки роботов и взаимодействия модулей в виртуальной среде позволяет отрабатывать процессы интеграции компонентов и проверять их совместимость до создания физических прототипов

3. Интеллектуальное тестирование. Генерация edge-кейсов и адаптация сценариев.

4. Интерактивные инструменты. Визуализация данных и интеграция с системами управления разработкой.

Данный подход позволяет существенно сократить сроки разработки, снизить затраты на физические прототипы и повысить безопасность испытательного процесса.

Имитационное тестирование робототехнических систем в виртуальных средах доказало свою эффективность как инструмент ускорения разработки, снижения затрат и минимизации рисков. Современные симуляторы, такие как Gazebo, Webots и ROS, позволяют детально моделировать сложные сценарии, обучать ИИ-алгоритмы и отрабатывать навыки управления роботами без риска для оборудования или персонала. Цифровые двойники и VR-тренажёры расширяют возможности тестирования, обеспечивая высокую точность и гибкость.

Однако виртуальные среды не лишены недостатков: упрощённая физика, отсутствие тактильной обратной связи и необходимость калибровки под реальные условия требуют комбинированного подхода. Оптимальным решением является проведение значительной части тестов в симуляции с последующей проверкой критичных параметров на физических прототипах.

Перспективы развития связаны с интеграцией машинного обучения, смешанной реальности и нейроинтерфейсов, что позволит создавать более точные и интерактивные симуляции. Многоуровневая архитектура, модульность и адаптивное тестирование открывают новые возможности для робототехники, делая виртуальные среды неотъемлемой частью инновационных разработок.

Источники

1. Жабаев Е.С., Ревшенова М.Н. Виртуальные среды и симуляторы в обучении робототехнике // Вестник КазНПУ имени Абая. Серия: Физико-математические науки. 2023. Т. 82. № 2. С. 220–227.

2. Cardoso R. C. et al. Heterogeneous verification of an autonomous curiosity rover //NASA Formal Methods: 12th International Symposium, NFM 2020, Moffett Field, CA, USA, May 11–15, 2020, Proceedings 12. Springer International Publishing, 2020. С. 353-360.

3. Shen W. Research on virtual simulation design of ABB robot welding operation based on Robotstudio // 2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Computer Applications (ICAICA). IEEE, 2020. С. 894-897.

4. Гараева Энже Ринатовна, Бикмуллина Ильсияр Ильдаровна, Барков Игорь Александрович. Особенности подготовки 3D-объектов, смоделированных в Blender, для импорта в Unity 3D // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2020. №4 (52).

5. Меженин А. В. Виртуальные 3D среды как средство верификации и тестирования при проектировании // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2016. №21.

6. Сергеев С.Ф. Виртуальные среды обучения в задачах освоения Луны с помощью роботов / С.Ф. Сергеев [и др.] // Робототехника и техническая кибернетика. Т. 8. №3. Санкт-Петербург: ЦНИИ РТК. 2020. С. 165-174.

7. Михайлюк М. В., Торгашев М. А. Виртуальный имитационно-тренажерный полигон для робототехнических средств //Международная конференция Resilience2014 Международного Центра по ядерной безопасности Института физико-технической информатики. 2015. С. 34-40.

8. Минеев А.Э. Исследование методов разработки виртуальных тренажеров-конструкторов / А.Э. Минеев // МНПК-2024 [Электронный ресурс]: материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции (Казань, 27–29 мая 2024 г.). Казань: ИП Сагиев А.Р., 2024. С. 47–51.

УДК 378.1

ДИНАМИЧЕСКОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Миннутдинов Тимур Рустамович, Рукавишников Виктор Алексеевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
minnutdinov@bk.ru

Аннотация: Данная работа посвящена изучению техники создания анимации в программном комплексе КОМПАС-3D. Рассмотрены этапы создания анимационных роликов, включая настройку параметров движения, добавление визуальных эффектов и рендеринг. Особое внимание уделено возможностям КОМПАС-3D для создания анимации сложных механических сборок и демонстрации их работы.

Ключевые слова: геометрическая модель изделия, динамическое моделирование механизмов, анимация.

DYNAMIC GEOMETRIC MODELING IN HIGHER EDUCATION

Minnutdinov Timur Rustamovich, Rukavishnikov Viktor Alekseevich
KSPEU, Kazan, Russia
minnutdinov@bk.ru

Abstract: This work is devoted to the study of animation creation techniques in the COMPASS-3D software package. The stages of creating animated videos are considered, including setting motion parameters, adding visual effects and rendering. Special attention is paid to the capabilities of COMPASS-3D for creating animations of complex mechanical assemblies and demonstrating their operation.

Keywords: geometric model of a product, dynamic modeling of mechanisms, animation.

В эпоху цифровой научно-технологической трансформации машиностроения 3D-моделирование стало неотъемлемой частью процесса проектирования, визуализации и презентации технических решений. КОМПАС-3D, как мощный инструмент трехмерного проектирования, предоставляет возможности для создания не только статических моделей, но и динамической анимации, позволяющей наглядно демонстрировать работу механизмов и сборок [1-3].

Динамические геометрические модели широко используются как на отдельных этапах проектирования в виде электронных макетов для проверки расчетных динамических параметров проектируемого объекта, так и

непосредственно на производстве для изучения работы изделия при монтаже, эксплуатации, ремонте, а также подготовке или переподготовке специалистов. Современное цифровые предприятия остро нуждаются в специалистах, способных создавать и использовать в своей профессиональной деятельности динамические геометрические модели.

Поскольку методологической основой образовательного процесса является профессиональная деятельность, то высшая школа проста обязана включить в подготовку современных инженеров подразделы динамического моделирования технических механизмов, формирующие соответствующие компетенции геометрического моделирования.

Первый уровень проектно-конструкторской компетенции формируется при изучении дисциплины «Инженерное геометрическое моделирование».

В рамках данной работы проводится изучение технологии динамического проектирование в системе КОМПАС-3D, используемой на современном цифровом производстве.

Процесс создания динамической геометрической модели состоит, как правило, из трех этапов: создания электронной геометрической модели сборочной единицы и её отдельных элементов, создания динамической геометрической модели и анализа созданной модели, в первую очередь кинематики и динамики механизма.

Анализ литературных источников показал, что недостаточное внимание уделяется разработке методических пособий в области динамического проектирования в вузах.

Для решения этой проблемы были проведены исследования на примере создания динамической модели механизма с целью создания на его основе методических разработок по динамическому проектированию в рамках учебной дисциплины «Инженерное геометрическое моделирование» и последующее внедрение их в учебный процесс.

На первом этапе создания электронной модели сборочной единицы особое внимание уделялось использованию стандартных сопряжений, облегчающих её преобразование в динамическую систему.

На этапе создания динамической модели осуществлялась доработка кинематики системы через добавление шарниров (кинематических пар), к которым следует отнести, в первую очередь, такие как: поступательное в заданном направлении; вращательное вокруг заданной оси; сферическое с возможностью поворота по всем направлениям; пару с шестью степенями свободы и т.д.

В завершении реализуется параметризация кинематики системы и осуществляется анализ кинематики и динамики модели механизма. Работы созданной динамической модели двухпоршневого двигателя показаны на рис. 1.

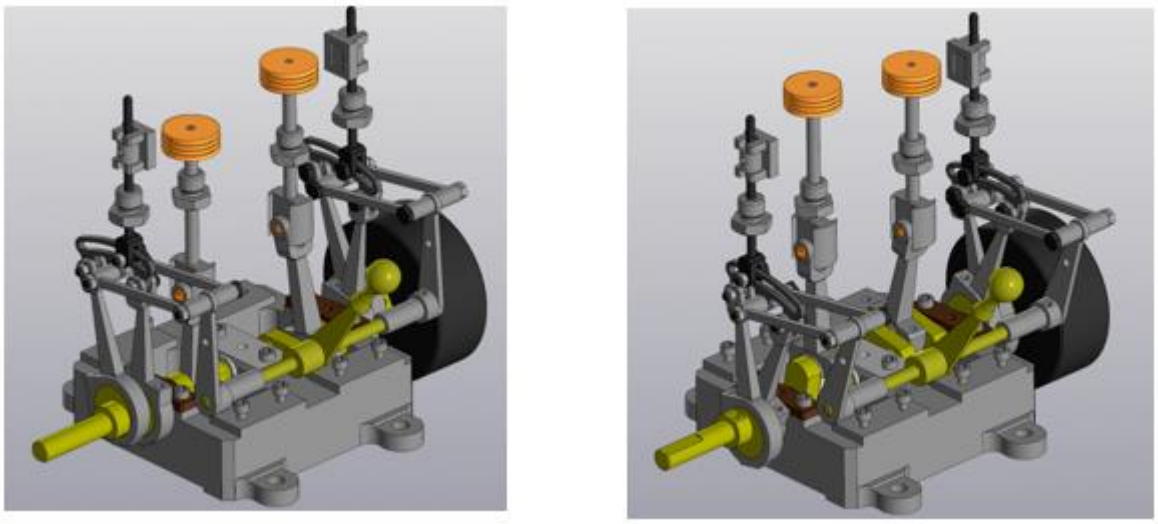


Рис. 1. Механизм двухпоршневого двигателя

При повороте коленвала на 180° меняется положение левого поршня двигателя и т.д.

Проведенные исследования по динамическому моделированию учебных механизмов в системе КОМПАС-3D позволили определиться с основными командами и технологией формирования кинематики и динамики формирования моделей устройств.

На основе полученных результатов исследования разработана методика создания динамических геометрических моделей учебных технических механизмов, готовятся задания и методические разработки для создания и внедрения нового раздела «Динамическое геометрическое моделирование» в учебной дисциплине «Инженерное геометрическое моделирования».

Источники

1. Инженерная и компьютерная графика. Трёхмерное моделирование в Компас-3D: учебно-методическое пособие к лабораторной работе №1 и самостоятельных работ для студентов технических направлений подготовки и специальностей всех форм обучения / Н. Ю. Гришаева. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2023. 82 с.

2. Денисова Е.В., Глухова А.В., Швецова В.В. Компьютерная графика в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D: Учебное пособие. СПб.: СПбГАСУ, 2021. 100 с.

3. Никитин В.В., Синяя Н.В. Расчет и проектирование червячного редуктора в системе «КОМПАС-3D»: уч. пос. Брянск: Брянский ГАУ, 2022. 122 с.

УДК 517.9

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НА ОСНОВЕ ТРЕХ НЕКОМПЛАНАРНЫХ ВЕКТОРОВ

Михайлов Сергей Артурович, Окулов Максим Денисович, Денисенко Вера Константиновна
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
maxim999555@yandex.ru, MikhailovSAr@mpei.ru, dalmare87@gmail.com

Аннотация. В работе рассматривается метод юстировки радиолокационных станций, основанный на использовании трёх некомпланарных векторов для построения линейной системы уравнений и поиска юстировочной матрицы. Метод позволяет эффективно компенсировать систематические ошибки ориентации. Подход обеспечивает простоту реализации и низкие вычислительные затраты.

Ключевые слова: метод, вектор, матрица, координаты, юстировка.

MATHEMATICAL MODEL BASED ON THREE NON-PLANAR VECTORS

Mikhailov Sergey Arturovich, Okulov Maxim Denisovich, Denisenko Vera Konstantinovna
MPEI, Moscow, Russia
maxim999555@yandex.ru, MikhailovSAr@mpei.ru, dalmare87@gmail.com

Abstract. The paper considers a method for radar station alignment based on the use of three non-planar vectors to construct a linear system of equations and search for an alignment matrix. The method makes it possible to effectively compensate for systematic orientation errors. The approach ensures simplicity of implementation and low computational costs.

Keywords: method, vector, matrix, coordinates, alignment.

Метод юстировки радиолокационных станций использует три некомпланарных вектора для построения линейной системы уравнений и поиска юстировочной матрицы, компенсируя систематические ошибки ориентации из-за неточностей в углах Эйлера (курс, тангаж, крен) [1]. Подход прост в реализации, требует малых вычислительных затрат и эффективен для предварительной калибровки при малых ошибках, но имеет ограничения. Требует некомпланарности векторов и становится нелинейным при больших ошибках. Математическая основа включает преобразование координат между абсолютной и связанной системами через ортонормированные матрицы поворота, построение и решение системы линейных уравнений для юстировочной матрицы. Метод эффективен при ограниченном времени, но для больших угловых отклонений требует модификации или итерационных

алгоритмов [2]. Юстировка радиолокационных станций требует точного учета систематических ошибок ориентации. Ошибки или неправильная юстировка может привести к снижению эффективности работы РЛС, что может иметь серьезные последствия. В данной работе предлагается метод, основанный на трех некомпланарных векторах, позволяющий построить линейную систему уравнений для поиска юстировочной матрицы. Подобная модель обеспечивает простоту реализации при малых угловых ошибках, а одним из преимуществ данного подхода являются низкие вычислительные затраты, что делает модель эффективной для предварительной калибровки. Данный метод позволяет провести быструю юстировку РЛС при малых ошибках ориентации, используя три вектора для построения линейной системы. Это упрощает поиск юстировочной матрицы и сокращает вычислительные затраты, что критично для предварительной калибровки в условиях ограниченного времени. Однако требование некомпланарности векторов ограничивает применение в некоторых условиях.

Для преобразования координат из одной системы в другую необходимо использовать матрицу поворота [3]. Для этого используются углы Эйлера ψ (курс), ϑ (тангаж), γ (крен), задающие ориентацию объекта в пространстве.

Классическое преобразование предполагает последовательность поворотов: курс (ψ) — поворот вокруг оси Za (вертикаль в абсолютной системе); тангаж (ϑ) — поворот вокруг промежуточной оси Y'; крен (γ) — поворот вокруг окончательной оси Xc (продольная ось объекта).

В табл. 1 описана матрица преобразования из абсолютной системы координат в связанную систему координат при повороте на три угла ψ, ϑ, γ.

Таблица 1. Преобразование координат из абсолютной системы в связанную

	Xa	**Ya**	**Za**
Xc	Cos ψ * Cos ϑ	Sin ϑ	Sin ψ *Cos ϑ
Yc	-Cos ψ * Sin ϑ * Cos γ - Sin ψ * Sin γ	Cos ϑ * Cos γ	-Sin ψ * Sin ϑ * Cos γ + Cos ψ * Sin γ
Zc	Cos ψ * Sin ϑ * Sin γ - Sin ψ * Cos γ	-Cos ϑ * Sin γ	Sin ψ * Sin ϑ * Sin γ + Cos ψ * Cos γ

Далее необходимо ввести матрицу ААС – матрица преобразования из абсолютной системы координат в связанную. Для пересчета координат используются следующие формулы (1):

$$\begin{aligned} X_c &= A_{11} * X_a + A_{12} * Y_a + A_{13} * Z_a \\ Y_c &= A_{21} * X_a + A_{22} * Y_a + A_{23} * Z_a \\ Z_c &= A_{31} * X_a + A_{32} * Y_a + A_{33} * Z_a \end{aligned} \quad (1)$$

где X_c, Y_c, Z_c – координаты в связанной системе;

A_{11} ... A_{33} – элементы матрицы ААС;

X_a, Y_a, Z_a – координаты в абсолютной системе.

Для перехода из связанной системы в абсолютную используется матрица АСА, которая является обратной к ААС. В силу ортонормированности матрицы поворота (все векторы ортогональны и имеют единичную длину), обратная матрица совпадает с транспонированной: АСА = $ААС^т$. Тогда можно определить формулы (2) для пересчета координат из связанной системы в абсолютную:

$$\begin{aligned} X_a &= A_{11} * X_a + A_{21} * Y_a + A_{31} * Z_a \\ Y_a &= A_{12} * X_a + A_{22} * Y_a + A_{32} * Z_a \\ Z_a &= A_{13} * X_a + A_{23} * Y_a + A_{33} * Z_a \end{aligned} \quad (2)$$

где X_a, Y_a, Z_a – координаты в абсолютной системе;

A_{11} ... A_{33} – элементы матрицы АСА;

X_c, Y_c, Z_c – координаты в связанной системе.

Процесс юстировки радиолокационной станции требует построения модели, учитывающей систематические ошибки ориентации связанной системы координат. Данный подход будет основан на измерении трех некомпланарных векторов.

В качестве исходных допущений необходимо обозначить:

1. Идеальный измеритель и РЛС стоят в одной точке.

2. Необходимо ввести координаты трех некомпланарных векторов, измеренных идеальным измерителем.

3. Далее необходимо определить координаты этих же векторов в системе координат РЛС.

Целью будет являться поиск юстировочной матрицы, компенсирующей ошибки ориентации РЛС, вызванные неточным знанием углов курс, тангаж, крен. Общий вид данного метода представлен на рис. 1.

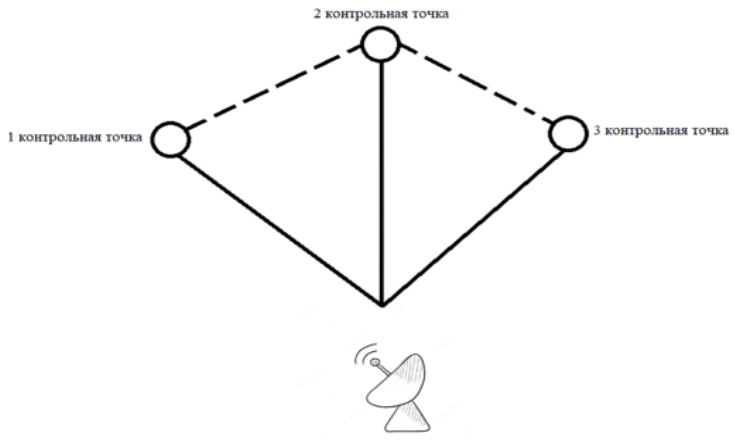


Рис. 1. Общий вид модели на основе трех некомпланарных векторов

Допустим, известно на какие углы $\psi_т$, $\vartheta_т$, $\gamma_т$ развёрнута связанная система координат РЛС. Тогда необходимо задать три некомпланарных вектора в абсолютном пространстве: (X_{a1}, Y_{a1}, Z_{a1}), (X_{a2}, Y_{a2}, Z_{a2}), (X_{a3}, Y_{a3}, Z_{a3}).

Умножив эти вектора на матрицу преобразований ААС по формулам (1), получаются три точных значений векторов целей в связанной системе координат: (X_{c1}, Y_{c1}, Z_{c1}), (X_{c2}, Y_{c2}, Z_{c2}), (X_{c3}, Y_{c3}, Z_{c3}). Результатом получается модель точных измерений в связанной системе координат РЛС.

Теперь в модели надо посчитать координаты векторов, которые измерены РЛС в абсолютной системе координат. Но необходимо учитывать, что точные углы $\psi_т$, $\vartheta_т$, $\gamma_т$ неизвестны. Поэтому необходимо в точные значения углов $\psi_т$, $\vartheta_т$, $\gamma_т$ добавить ошибки d_1, d_2, d_3. Тогда будут известны следующие углы с шумами измерений:

- $\psi_ш = \psi_т + d_1$;
- $\vartheta_ш = \vartheta_т + d_2$;
- $\gamma_ш = \gamma_т + d_3$.

Теперь для данных значений углов с шумами измерений необходимо пересчитать вектора (X_{c1}, Y_{c1}, Z_{c1}), (X_{c2}, Y_{c2}, Z_{c2}), (X_{c3}, Y_{c3}, Z_{c3}) в абсолютную систему координат по формулам (2). Результатом станут три вектора ($X_{аш1}$, $Y_{аш1}$, $Z_{аш1}$), ($X_{аш2}$, $Y_{аш2}$, $Z_{аш2}$), ($X_{аш3}$, $Y_{аш3}$, $Z_{аш3}$), которые должны быть в абсолютном пространстве, но, так как были введены ошибки измерений, они получились в разъюстированном пространстве.

Теперь имеются три точно измеренных некомпланарных вектора в абсолютной системе координат (X_{a1}, Y_{a1}, Z_{a1}), (X_{a2}, Y_{a2}, Z_{a2}), (X_{a3}, Y_{a3}, Z_{a3}), а также три некомпланарных вектора ($X_{аш1}$, $Y_{аш1}$, $Z_{аш1}$), ($X_{аш2}$, $Y_{аш2}$, $Z_{аш2}$), ($X_{аш3}$, $Y_{аш3}$, $Z_{аш3}$), измеренных станцией, в которых присутствует ошибка юстировки. На основе этих данных необходимо построить систему линейных уравнений, решив которую, можно будет получить искомую юстировочную матрицу [4].

Пусть искомая юстировочная матрица обозначается $A^{юст}$. Необходимо умножить данную матрицу на неточные координаты векторов. Тогда получится следующая система (3):

$$\begin{cases} X_{аш1} * A_{11}^{юст} + Y_{аш1} * A_{12}^{юст} + Z_{аш1} * A_{13}^{юст} = X_{a1} \\ X_{аш1} * A_{21}^{юст} + Y_{аш1} * A_{22}^{юст} + Z_{аш1} * A_{23}^{юст} = Y_{a1} \\ X_{аш1} * A_{31}^{юст} + Y_{аш1} * A_{32}^{юст} + Z_{аш1} * A_{33}^{юст} = Z_{a1} \\ X_{аш2} * A_{11}^{юст} + Y_{аш2} * A_{12}^{юст} + Z_{аш2} * A_{13}^{юст} = X_{a2} \\ X_{аш2} * A_{21}^{юст} + Y_{аш2} * A_{22}^{юст} + Z_{аш2} * A_{23}^{юст} = Y_{a2} \\ X_{аш2} * A_{31}^{юст} + Y_{аш2} * A_{32}^{юст} + Z_{аш2} * A_{33}^{юст} = Z_{a2} \\ X_{аш3} * A_{11}^{юст} + Y_{аш3} * A_{12}^{юст} + Z_{аш3} * A_{13}^{юст} = X_{a3} \\ X_{аш3} * A_{21}^{юст} + Y_{аш3} * A_{22}^{юст} + Z_{аш3} * A_{23}^{юст} = Y_{a3} \\ X_{аш3} * A_{31}^{юст} + Y_{аш3} * A_{32}^{юст} + Z_{аш3} * A_{33}^{юст} = Z_{a3} \end{cases} \quad (3)$$

где ($X_{аш1}$, $Y_{аш1}$, $Z_{аш1}$), ($X_{аш2}$, $Y_{аш2}$, $Z_{аш2}$), ($X_{аш3}$, $Y_{аш3}$, $Z_{аш3}$) – координаты векторов с ошибками;

$А^{юст}_{11}$… $А^{юст}_{33}$ – элементы юстировочной матрицы;

(X_{a1}, Y_{a1}, Z_{a1}), (X_{a2}, Y_{a2}, Z_{a2}), (X_{a3}, Y_{a3}, Z_{a3}) – точные значения координат.

Таким образом, были получены 9 уравнений относительно неизвестных элементов матрицы. Решив данную систему, будет найдена искомая юстировочная матрица. Для поиска можно использовать любой метод решения системы уравнений.

Полученная математическая модель имеет следующее ограничение: при больших угловых ошибках модель становится нелинейной – тогда требуется использование итерационных методов, либо другой подход к поиску юстировочной матрицы.

Источники

1. Буданов А.С., Егунов В.А. Использование углов Эйлера в инерциальных навигационных системах // Инженерный вестник Дона. 2021.

2. Сысоев В.В. Итерационный алгоритм поиска кратчайшего пути в невзвешенном неориентированном графе // Современные информационные технологии ИТ-образование. 2021. С. 587-592.

3. Дегтярев А.М. Ивашнёва А.С. Анализ подходов к решению задачи трансформирования систем координат на основе разных представлений данных // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. 2020. С. 9-14.

4. Урдалетова А.Б., Кыдыралиев С.К., Бурова Е.С. Линейные разностные уравнения первого порядка с приложениями // Вестник Ошского государственного университета. Математика. Физика. Техника. 2023.

УДК 612.171.1

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БАЗАЛЬНОГО МЕТАБОЛИЗМА И ТЕПЛОВОГО ОБМЕНА У НОВОРОЖДЕННЫХ В РАННЕМ ПОСТНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

Моргунов Никита Романович, Сеченева Екатерина Викторовна, Евстигнеева Елизавета Павловна
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия
morgunov68ru@gmail.com

Аннотация. В статье представлена MATLAB-модель расчета базального метаболизма и теплового обмена у новорожденных. Модель учитывает массу тела и возраст в первые 15 дней жизни. Приведены результаты моделирования и перспективы клинического применения.

Ключевые слова: базальный метаболизм, новорожденные, тепловой обмен, математическое моделирование, постнатальный период, недоношенные дети, терморегуляция.

MATHEMATICAL MODELING OF BASAL METABOLIC RATE AND HEAT EXCHANGE IN NEWBORNS DURING EARLY POSTNATAL PERIOD

Morgunov Nikita Romanovich, Secheneva Ekaterina Viktorovna, Evstigneeva Elizaveta Pavlovna
TSTU, Tambov, Russia
morgunov68ru@gmail.com

Abstract. The article presents a MATLAB model for calculating basal metabolism and heat exchange in newborns, accounting for body weight and age during the first 15 days. Simulation results and clinical applications are discussed.

Keywords: basal metabolic rate, newborns, heat exchange, mathematical modeling, postnatal period, preterm infants, thermoregulation.

Для современной неонатологии остаётся актуальным вопрос разработки и внедрения новых методов управления неонатальными инкубаторами. Для исследования их эффективности и выявления особенностей их аппаратной реализации, в том числе на основе методов нейронных сетей, насущным является вопрос создания проработанных математических моделей, учитывающих тепловые процессы ребёнка. Открытым на сегодня остаётся вопрос правильного вычисления метаболизма недоношенного ребёнка.

В большинстве зарубежных работ авторы рассматривают базальный уровень метаболизма [1,2]. Базальный уровень метаболизма (BMR) представляет собой минимальное количество энергии, которое тратит организм, обеспечивая жизненно важные процессы в состоянии покоя.

В первые несколько недель жизни младенца его энергетические запросы претерпевают изменения, которые зависят от множества факторов, включая массу тела, возраст, рост и особенности теплообмена. Исследование взаимосвязи BMR с этими параметрами позволяет более точно определить потребность младенцев в энергии, что особенно критично для ухода за недоношенными детьми и новорожденными с различными заболеваниями. Знание этих метаболических процессов даёт возможность медицинским работникам формировать индивидуальные рекомендации по питанию и мониторингу физиологических показателей младенцев, а также учитывать особенности их терморегуляции.

На сегодняшний день есть несколько подходов к описанию метаболизма, которые взаимосвязаны между собой [1]. Наиболее адекватно вывод базального уровня метаболизма описан в работе [3]. Для расчета базального метаболизма в [3] использовались две зависимости: для младенцев младше 10 дней (1) и для младенцев 10 дней и старше (2), где PA – постнатальный возраст в днях, а W – масса тела в килограммах.

$$BMR = (1.7 + 0.1 \cdot PA) \cdot W \quad (1)$$

$$BMR = (2.7 + 0.01 \cdot (PA - 9)) \cdot W \quad (2)$$

Помимо базального метаболизма, важным аспектом исследования является тепловой обмен организма, который можно описать формулой:

$$Q = 52.95 \cdot L \cdot A \quad (3)$$

В формуле (3): L – длина тела в метрах, а A – коэффициент, зависящий от массы и длины тела. Теплообмен жизненно важен в метаболизме младенцев, ведь их способность к терморегуляции в первые дни жизни находится в стадии становления. У новорожденных, имеющих недостаточный вес и недостаточно развитые механизмы теплообмена, зачастую регистрируется повышенная скорость теплоотдачи, требующая значительного расхода энергии на обеспечение оптимальной температуры тела. Этот процесс имеет критическое значение для их выживания, особенно в условиях с недостаточным тепловым воздействием, например, в отделениях интенсивной терапии.

Были выполнены исследования по выявлению зависимостей базального метаболизма и теплового обмена от массы младенца и его возраста в программной среде MATLAB. Алгоритм начинается с создания массивов, определяющих возраст – в интервале от одного до пятнадцати дней – и массу тела, варьирующуюся от 1 до 2 килограммов с шагом 0.1 килограмм. Затем, для определения BMR, последовательно применяются формулы (1) и (2), учитывающие постнатальный возраст и массу. Расчеты теплообмена производятся с использованием усредненной длины тела, равной 0.537 метра, и коэффициента A, который определяется на основе антропометрических характеристик, в частности, массы и длины. Такой подход обеспечивает возможность моделирования изменений в метаболизме и теплоотдаче, позволяя проследить динамику этих процессов на ранних этапах развития [2, 3].

На рис. 1 представлено графическое представление зависимости BMR от массы тела и возраста. Данный график наглядно демонстрирует, каким образом базальный метаболизм новорожденных подвергается изменениям, обусловленным их массой тела и периодом постнатального развития.

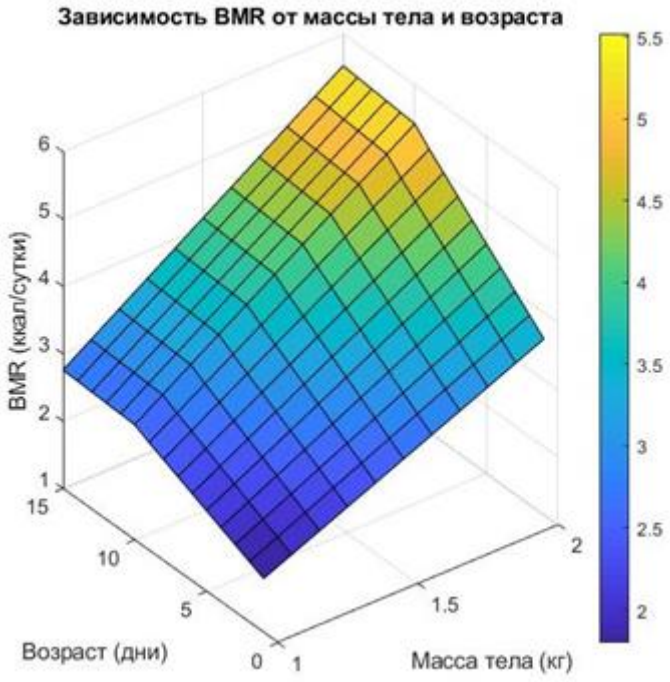


Рис. 1. Графическое представление зависимости BMR от массы тела и возраста

На рис. 2 представлено графическое представление зависимости теплового обмена от массы тела. Данный график отображает взаимосвязь между весом при рождении и способностью новорожденных поддерживать оптимальную температуру тела посредством теплообмена.

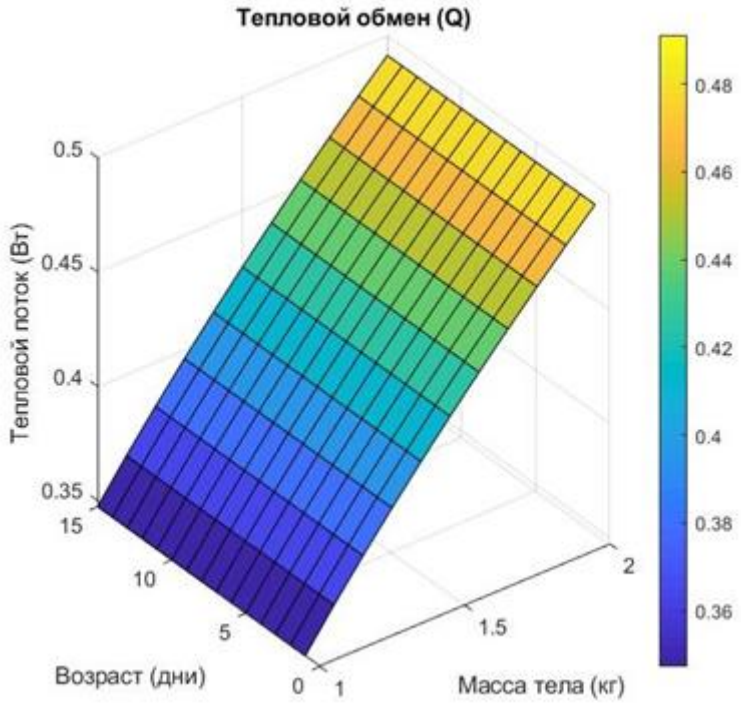


Рис. 2. Графическое представление зависимости теплового обмена

В ходе проведенного исследования была разработана и реализована математическая модель для расчета базального метаболизма и теплового обмена у новорожденных в первые 15 дней жизни. Исследование продемонстрировало, что в первые дни после рождения наблюдается активная метаболическая адаптация, сила которой в значительной степени обусловлена весом и возрастом ребенка. Обнаружена существенная нелинейная взаимосвязь между параметрами теплообмена и массой тела, особенно ярко выраженная у младенцев с весом менее 1.5 кг, что подтверждает значительные энергетические траты на поддержание температуры тела у маловесных новорожденных. Полученные результаты коррелируют с клиническими наблюдениями, согласно которым у детей с низким весом отмечается повышенная потребность в терморегуляции.

Особенно важно обеспечить уход за младенцами, родившимися с весом менее 1,3 кг. Им жизненно необходимо дополнительное тепло. Для этого используются инкубаторы, обеспечивающие индивидуальный микроклимат. Цель — предотвратить переохлаждение.

Исследование выявило, что в период с 1 по 9 день после рождения отмечается активная метаболическая перестройка организма младенца. В то же время, с 10 по 15 сутки жизни наблюдается относительное выравнивание энергетических затрат, что соответствует процессу физиологической адаптации новорожденного к окружающей среде.

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности, благодаря разработанной математической модели, более точно

определять энергетические потребности новорожденных, в особенности, для недоношенных детей. Это открывает перспективы для улучшения ухода за ними, оптимизации схем кормления и разработки оптимальных температурных режимов в инкубаторах.

Перспективы дальнейших исследований включают усовершенствование модели за счет интеграции дополнительных физиологических параметров – данных, характеризующих сердечно-сосудистую систему, параметров оксигенации, а также сведений о функциональном состоянии внутренних органов. Интеграция этих данных позволит создать более совершенные прогностические алгоритмы и алгоритмы управления [4, 5].

Источники

1. Современное состояние и тенденции в области исследований и разработок неонатальных инкубаторов / С. В. Фролов, А. А. Коробов, К. С. Савинова, А. Ю. Потлов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. Т. 11, № 4(43). DOI 10.26102/2310-6018/2023.43.4.016.

2. Фролов С.В. Моделирование процессов метаболизма недоношенных новорожденных / С.В. Фролов, А.А. Коробов, К.С. Савинова // Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития: Сборник трудов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2024. С. 276-278.

3. Thermoregulation in Premature Infants: A Mathematical Model / C. B. Pereira, K. Heimann, M. Czaplik et all. // J Therm Biol. 2016 Dec. №. 62 (Pt B). P. 159 – 169.

4. Use of a neural controller and electrochromic glazing in incubators for neonates for adaptive simulation of day/night changes / A. Yu. Potlov, S. V. Frolov, A. A. Korobov, K. S. Savinova // Biomedical Engineering. 2024. Vol. 58, № 4. P. 234-237. DOI 10.1007/s10527-024-10406-y.

5. Экспериментальная установка для исследования особенностей управления микроклиматом в неонатальных инкубаторах с использованием гидродинамического фантома новорожденного / С. В. Фролов, А. А. Коробов, К. С. Савинова [и др.] // Биомедицинская радиоэлектроника. 2024. Т. 27, № 2. С. 52-59. DOI 10.18127/j15604136-202402-07.

УДК 004.94: 519.85

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ

Мухаметзянов Ильназ Искандэрович, Филимонова Тамара Константиновна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ilnaz.mmm@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методы математического и имитационного моделирования для анализа и оптимизации транспортных потоков в условиях современных мегаполисов. Актуальность исследования обусловлена ростом транспортных заторов, ведущих к экономическим потерям и экологическим проблемам. В работе сравниваются два ключевых подхода: математическое моделирование, основанное на аналитических методах и уравнениях, и имитационное моделирование, позволяющее воспроизводить сложные динамические системы.

Ключевые слова: математическое моделирование, имитационное моделирование, транспортные потоки.

MATHEMATICAL AND SIMULATION MODELING IN TRAFFIC FLOW MANAGEMENT

Ilnaz I. Mukhametzyanov, Filimonova Tamara Konstantinovna
KSPEU, Kazan, Russia
ilnaz.mmm@mail.ru

Abstract. The article discusses mathematical and simulation modeling methods for analyzing and optimizing traffic flows in modern megacities. The relevance of the study is due to the increase in traffic congestion, leading to economic losses and environmental problems. The paper compares two key approaches: mathematical modeling based on analytical methods and equations, and simulation modeling, which allows reproducing complex dynamic systems.

Keywords: mathematical modeling, simulation modeling, traffic flows.

Современные мегаполисы сталкиваются с растущей проблемой транспортных заторов, что приводит к экономическим потерям, увеличению времени в пути и негативному экологическому воздействию. Традиционные методы управления дорожным движением часто оказываются недостаточно эффективными из-за сложности и динамичности транспортных систем. Поэтому возрастает роль математического и имитационного моделирования, позволяющего анализировать, прогнозировать и оптимизировать транспортные

потоки. На рисунке 1 представлена схема компьютерного моделирования.

Рис. 1. Схема компьютерного моделирования

1. Математические и имитационные модели: ключевые различия.

На представленной схеме изображены два основных подхода к компьютерному моделированию:

- Математическое моделирование [1, 2] основано на строгих аналитических методах, уравнениях и алгоритмах. Оно позволяет получать точные решения, но требует упрощений и часто не учитывает случайные факторы.
- Имитационное моделирование воспроизводит поведение системы через виртуальные эксперименты, учитывая стохастичность и сложные взаимодействия.

Оба метода дополняют друг друга: математические модели дают теоретическую основу, а имитационные – проверяют гипотезы в условиях, близких к реальным.

2. Математические модели в управлении транспортными потоками.

С помощью математического моделирования можно формализовать процессы движения транспорта с помощью уравнений и алгоритмов. Среди ключевых подходов можно выделить:

- Модели на основе дифференциальных уравнений (например, модель Лайтхилла-Уизема-Ричардса – LWR), описывающие плотность и скорость потока.
- Теория массового обслуживания, применяемая для анализа задержек на перекрестках и развязках.

- Оптимизационные методы (линейное и нелинейное программирование) [3], используемые для настройки светофорных циклов и маршрутизации.

Эти модели помогают находить оптимальные параметры управления, но требуют значительных упрощений реальных условий.

3. Имитационное моделирование транспортных систем.

Имитационные модели, в отличие от чисто математических, позволяют учитывать стохастичность и сложные взаимодействия в транспортной сети [4, 5].

Популярные инструменты:

- Микросимуляция (например, SUMO, VISSIM) моделирует поведение каждого транспортного средства, учитывая ускорение, торможение и перестроения.
- Агентное моделирование рассматривает водителей как автономных агентов, принимающих решения на основе окружающей обстановки.
- Макромодели (например, динамические транспортные графы) работают с агрегированными показателями, что полезно для анализа крупных сетей.

Преимущество имитационных моделей – возможность тестирования различных сценариев (например, введение платных парковок или изменение схемы движения) без реальных внедрений.

4. Интеграция данных и машинное обучение.

Современные подходы включают обработку больших данных с датчиков, камер и GPS-трекеров. Машинное обучение позволяет:

- Прогнозировать заторы на основе исторических данных.
- Адаптивно управлять светофорами в реальном времени [6].
- Оптимизировать общественный транспорт, сокращая интервалы движения.

Математическое и имитационное моделирование предоставляют мощные инструменты для анализа и оптимизации транспортных систем [7, 8]. Комбинация аналитических методов, микросимуляции и машинного обучения позволяет находить эффективные решения для снижения заторов и улучшения городской мобильности.

Применение этих технологий уже демонстрирует положительные результаты в умных городах, а дальнейшее развитие вычислительных мощностей и алгоритмов откроет новые перспективы в управлении транспортными потоками.

Источники

1. Петрова Е.А., Филимонова Т.К., Овсеенко Г.А., Кремлева Э.Ш. Математическая модель расчета характеристик транспортного маршрута // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 9. С. 39-42.

2. Petrova, E. A. Mathematical Modeling of Transportation Flows / E. A. Petrova, T. K. Filimonova, G. A. Ovseenko // Finance, Economics, and Industry for Sustainable Development (ESG 2023): Proceedings of the 4th International Scientic Conference on Sustainable Development, St. Petersburg, 19–20 октября 2023 года. Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2024. P. 349-358.

3. Петрова Е.А., Филимонова Т.К., Овсеенко Г.А. Разработка системы оптимизации маршрута движения общественного транспорта // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2023. Т. 13 №2-2. С.63-68.

4. Петрова Е.А., Филимонова Т.К. Имитационное моделирование при планировании сетей общественного транспорта // Международная молодежная конференция «Тинчуринские чтения – 2022 «Энергетика и цифровая трансформация»: электронный сборник статей по материалам конференции: [в 3 томах]. Казань: КГЭУ, 2022. Т. 3. С. 117-120.

5. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Гарипова Г.Р. Оптимизация дорожного движения с использованием имитационного моделирования // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т.12. №3-2. С. 40-45.

6. Минниханов Р.Н., Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Скибин В. Нейросетевые сверточные модели обнаружения и распознавания сигналов светофора // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 11. С. 199-205.

7. Силкина О.Ю., Зарипова Р.С. Основные тренды цифровой логистики // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 1 (23). С. 168-170.

8. Алемасов Е.П., Беляев Э.И. Использование имитационного моделирования для планирования движения коммунального транспорта // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 34-39.

УДК 517.9

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НА ОСНОВЕ ДВУХ ВЕКТОРОВ И РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

Нгуен Тхи Тует Нган, Михайлов Сергей Артурович, Окулов Максим Денисович
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
maxim999555@yandex.ru, MikhailovSAr@mpei.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается метод преобразования координат с использованием матрицы поворота и углов Эйлера. Показано, что система становится переопределённой и нелинейной, что приводит к вычислительной сложности и зависимости от начального приближения. Модель требует точных данных и устойчивых алгоритмов. Предложенный подход позволяет динамически проводить юстировку с минимальным оборудованием.

Ключевые слова: ортогональность, система координат, матрица поворота, алгоритм, система уравнений.

MATHEMATICAL MODEL BASED ON TWO VECTORS AND SOLVING A SYSTEM OF NONLINEAR EQUATIONS

Nguyen Thi Tuet Ngan, Mikhailov Sergey Arturovich, Okulov Maxim Denisovich
MPEI, Moscow, Russia
maxim999555@yandex.ru, MikhailovSAr@mpei.ru

Abstract. This paper discusses a coordinate transformation method using a rotation matrix and Euler angles. It is shown that the system becomes overdetermined and nonlinear, which leads to computational complexity and dependence on the initial approximation. The model requires accurate data and robust algorithms. The proposed approach allows dynamic alignment with minimal equipment.

Keywords: orthogonality, coordinate system, rotation matrix, algorithm, system of equations.

Юстировка радиолокационной станции является крайне важным процессом, который обеспечивает эффективное функционирование и высокую точность в обнаружении и отслеживании объектов. Корректная юстировка помогает минимизировать ошибки в измерениях, что особенно актуально в современных условиях, где точность данных напрямую влияет на результаты. Неправильная или недостаточная юстировка РЛС может вызвать множество проблем, негативно сказывающихся на эффективности и надежности систем. Главной проблемой является снижение точности определения координат

объектов, что затрудняет их отслеживание и может привести к ошибкам в оценке расстояний и скорости.

Создание математической модели юстировки позволит оптимизировать процессы настройки и калибровки и значительно сократить время на их выполнение, что повысит эффективность и надежность этих систем [1].

Данная работа исследует метод юстировки через систему нелинейных уравнений с ограничениями ортогональности. Несмотря на динамичность и минимальные требования к оборудованию, модель сталкивается с вычислительными сложностями из-за переопределённой системы [2]. Её успех зависит от точности данных и начального приближения, что ограничивает применение в условиях сильных шумов. Решение требует специализированных алгоритмов для устойчивости.

Для преобразования координат из одной системы в другую необходимо использовать матрицу поворота. Для этого используются углы Эйлера ψ (курс), ϑ (тангаж), γ (крен), задающие ориентацию объекта в пространстве.

Классическое преобразование предполагает последовательность поворотов:

- курс (ψ) – поворот вокруг оси Za (вертикаль в абсолютной системе);
- тангаж (ϑ) – поворот вокруг промежуточной оси Y';
- крен (γ) – поворот вокруг окончательной оси Xc (продольная ось объекта).

В табл. 1 описана матрица преобразования из абсолютной системы координат в связанную систему координат при повороте на три угла ψ, ϑ, γ.

Таблица 1. Преобразование координат из абсолютной системы в связанную

	Xa	**Ya**	**Za**
Xc	Cos ψ * Cos ϑ	Sin ϑ	Sin ψ *Cos ϑ
Yc	-Cos ψ * Sin ϑ * Cos γ - Sin ψ * Sin γ	Cos ϑ * Cos γ	-Sin ψ * Sin ϑ * Cos γ + Cos ψ * Sin γ
Zc	Cos ψ * Sin ϑ * Sin γ - Sin ψ * Cos γ	-Cos ϑ * Sin γ	Sin ψ * Sin ϑ * Sin γ + Cos ψ * Cos γ

Необходимо ввести матрицу ААС – матрица преобразования из абсолютной системы координат в связанную [3]. Для пересчета координат используются следующие формулы:

$$\begin{aligned} X_c &= A_{11} * X_a + A_{12} * Y_a + A_{13} * Z_a \\ Y_c &= A_{21} * X_a + A_{22} * Y_a + A_{23} * Z_a \\ Z_c &= A_{31} * X_a + A_{32} * Y_a + A_{33} * Z_a \end{aligned} \quad (4)$$

где X_c, Y_c, Z_c – координаты в связанной системе;

A_{11} ... A_{33} – элементы матрицы AAC;

X_a, Y_a, Z_a – координаты в абсолютной системе.

Для перехода из связанной системы в абсолютную используется матрица ACA, которая является обратной к AAC. В силу ортонормированности матрицы поворота (все векторы ортогональны и имеют единичную длину), обратная матрица совпадает с транспонированной:

$$ACA = AAC^T.$$

Тогда можем определить следующие формулы для пересчета координат из связанной системы в абсолютную:

$$\begin{aligned} X_a &= A_{11} * X_a + A_{21} * Y_a + A_{31} * Z_a \\ Y_a &= A_{12} * X_a + A_{22} * Y_a + A_{32} * Z_a \\ Z_a &= A_{13} * X_a + A_{23} * Y_a + A_{33} * Z_a \end{aligned} \quad (5)$$

где X_a, Y_a, Z_a – координаты в абсолютной системе;

A_{11} ... A_{33} – элементы матрицы ACA;

X_c, Y_c, Z_c – координаты в связанной системе.

Данный подход основан следующем: имеется источник излучения и вышка РЛС. Радиолокационная станция производит 2 замера с поворотами на различные углы относительно источника излучения. В общем виде данный подход представлен на рис. 1.

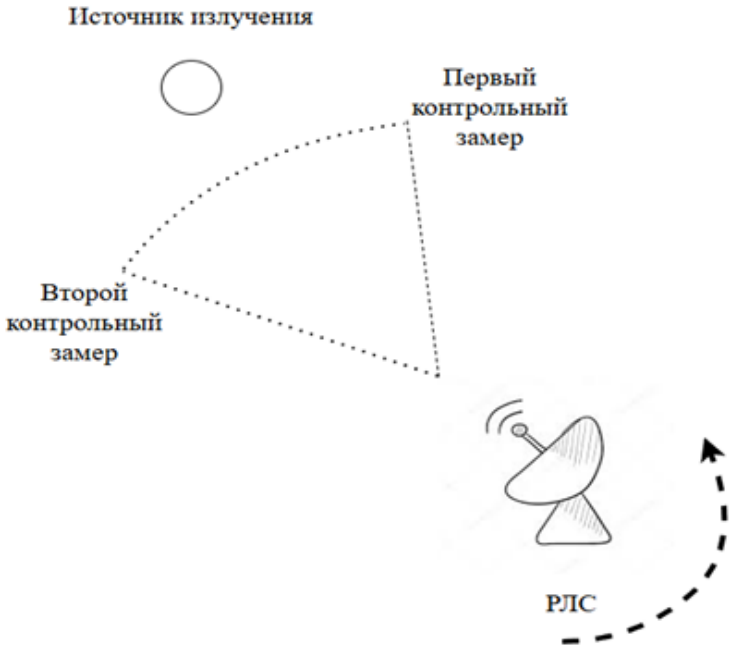


Рис. 1. Общий вид подхода на основе двух векторов

Допустим, известно на какие углы $\psi_т$, $\vartheta_т$, $\gamma_т$ развёрнута связанная система координат РЛС в двух позициях.

Замеренные радиолокационной станцией векторы необходимо преобразовать в связанную систему координат с помощью углов $\psi_т$, $\vartheta_т$, $\gamma_т$, используя формулы (1). Затем, необходимо ввести шумы d_1, d_2, d_3 и получить углы $\psi_ш = \psi_т + d_1$, $\vartheta_ш = \vartheta_т + d_2$, $\gamma_ш = \gamma_т + d_3$. На основе углов с шумами также необходимо пересчитать оба вектора в связанную систему координат. В итоге, получатся вектора ($X_{сш1}$, $Y_{сш1}$, $Z_{сш1}$), ($X_{сш2}$, $Y_{сш2}$, $Z_{сш2}$) в связанной системе координат с шумами измерений и вектора ($X_{с1}$, $Y_{с1}$, $Z_{с1}$), ($X_{с2}$, $Y_{с2}$, $Z_{с2}$) без шумов. Теперь необходимо сформировать систему уравнений (3):

$$\begin{cases} X_{сш1} * A_{11}^{юст} + Y_{сш1} * A_{12}^{юст} + Z_{сш1} * A_{13}^{юст} = X_{с1} \\ X_{сш1} * A_{21}^{юст} + Y_{сш1} * A_{22}^{юст} + Z_{сш1} * A_{23}^{юст} = Y_{с1} \\ X_{сш1} * A_{31}^{юст} + Y_{сш1} * A_{32}^{юст} + Z_{сш1} * A_{33}^{юст} = Z_{с1} \\ X_{сш2} * A_{11}^{юст} + Y_{сш2} * A_{12}^{юст} + Z_{сш2} * A_{13}^{юст} = X_{с2} \\ X_{сш2} * A_{21}^{юст} + Y_{сш2} * A_{22}^{юст} + Z_{сш2} * A_{23}^{юст} = Y_{с2} \\ X_{сш2} * A_{31}^{юст} + Y_{сш2} * A_{32}^{юст} + Z_{сш2} * A_{33}^{юст} = Z_{с2} \end{cases} \quad (0)$$

Так как в системе получается шесть уравнений, а необходимо найти девять неизвестных, система уравнений (4) получается недоопределённой, поэтому необходимо добавить ограничения ортогональности [4]:

$$\begin{cases} A_{11}^{юст^2} + A_{21}^{юст^2} + A_{31}^{юст^2} = 1 \\ A_{12}^{юст^2} + A_{22}^{юст^2} + A_{32}^{юст^2} = 1 \\ A_{13}^{юст^2} + A_{23}^{юст^2} + A_{33}^{юст^2} = 1 \\ A_{11}^{юст} * A_{12}^{юст} + A_{21}^{юст} * A_{22}^{юст} + A_{31}^{юст} * A_{32}^{юст} = 0 \\ A_{13}^{юст} * A_{12}^{юст} + A_{23}^{юст} * A_{22}^{юст} + A_{33}^{юст} * A_{32}^{юст} = 0 \\ A_{11}^{юст} * A_{13}^{юст} + A_{21}^{юст} * A_{23}^{юст} + A_{31}^{юст} * A_{33}^{юст} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

В таком случае система получится переопределенной, что может привести к неустойчивости решения. При этом система сильно нелинейная, поэтому успех будет зависеть от начального приближения [5].

Решение через систему уравнений требует точных данных и хорошего начального приближения.

Минусы данной модели заключаются в её практической реализации: система уравнений, формируемая для решения, является переопределённой и сильно нелинейной из-за добавленных ограничений ортогональности, что приводит к неустойчивости решений и высокой зависимости от начального приближения. Некорректный выбор стартовых значений матрицы поворота может вызвать расходимость алгоритма, особенно в условиях зашумленных

данных, которые неизбежно влияют на точность углов ψ, ϑ, γ и, как следствие, на итоговые координаты. Кроме того, модель предъявляет высокие требования к качеству входных данных — даже незначительные шумы d_1, d_2, d_3 могут существенно исказить результаты преобразований. Вычислительная сложность решения такой системы также становится серьёзным ограничением, так как требует применения специализированных численных методов и значительных ресурсов, что затрудняет использование модели в реальном времени или в условиях ограниченных технических возможностей.

Модель предлагает практичный метод динамической юстировки с минимальным оборудованием, но её эффективность ограничена вычислительными сложностями и чувствительностью к исходным данным. Для успешного внедрения необходимы оптимизация алгоритмов решения нелинейных систем и обеспечение высокой точности измерений.

Источники

1. Даниленко С.В., Мартынюк Ю.М. Реброва И.Ю. Пример построения математической модели решения практико-ориентированной задачи // Чебышевский сборник. 2024. С. 192-204.

2. Трунин Д.О. Условия и методы улучшения управлений в нелинейных системах с ограничениями // Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика. 2022. С. 50-61.

3. Елпатов А.С., Орешенко Т.Г. Особенности реализации матрицы перехода систем координат на языке программирования python // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2021. С. 237-239.

4. Фейзиев Ф.Г., Мехтиева М.Р. Условия ортогональности для входных последовательностей двоичных 3D-многомерных нелинейных модулярных динамических систем // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. 2022. С. 7-16.

5. Зайцев М.Л. Алгоритм нахождения решений у некоторых переопределенных систем полиномиальных уравнений // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. 2024. С. 52-66.

УДК 004.42:519.1

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА В BIG DATA

Нечаева Лолита Дмитриевна, Газизова Дилара Гаязовна, Якупов Зуфар Ясавеевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
nechaeva.lalita@yandex.ru

Аннотация. Данная статья рассматривает фундаментальную роль дискретной математики в контексте Big Data. Мы исследуем ключевые концепции дискретной математики, такие как теория графов, комбинаторика, и теория множеств, и показываем, как они применяются для решения практических задач в области Big Data. В статье обсуждаются алгоритмы поиска, сортировки, кластеризации и анализа данных, а также их связь с дискретными структурами и методами. Особое внимание уделяется применению дискретной математики в разработке эффективных алгоритмов для обработки больших объемов данных, работе с базами данных и построении моделей машинного обучения.

Ключевые слова: дискретная математика, Big Data, комбинаторика, теория графов, теория множеств, данные, таблицы.

DISCRETE MATHEMATICS IN BIG DATA

Nechaeva Lolita D., Gazizova Dilara G., Yakupov Zufar Y.
KSPEU, Kazan, Russia
nechaeva.lalita@yandex.ru

Abstract. This paper examines the fundamental role of discrete mathematics in the context of Big Data. We explore key concepts of discrete mathematics, such as graph theory, combinatorics, and set theory, and show how they are applied to solve practical problems in Big Data. The paper discusses algorithms for searching, sorting, clustering, and analyzing data, and their relationship to discrete structures and methods. Special attention is paid to the application of discrete mathematics in the development of efficient algorithms for processing large amounts of data, working with databases and building machine learning models.

Keywords: discrete mathematics, Big Data, combinatorics, graph theory, set theory, data, tables.

В основе многих алгоритмов и методов, которые используются в Big Data, лежит именно дискретная математика. Основные ее разделы – комбинаторика, теория множеств и булева алгебра – применяются в моделировании данных (данные могут представляться в виде графов, деревьев или сети), анализе сложных систем (теория графов применяется, например, для изучения связей в

социальных сетях), оптимизации алгоритмов (методы комбинаторики ускоряют обработку данных).

Одним из основных разделов дискретной математики, который используется для упрощения работы с Big Data, является теория графов. Теория графов – это раздел дискретной математики, который изучает свойства структур, называемых графами [1]. Графы используются для моделирования отношений между объектами, что является ключевым аспектом в работе с Big Data. Для примера представим обыкновенную таблицу в реляционной модели Postgres SQL на рисунке 1.

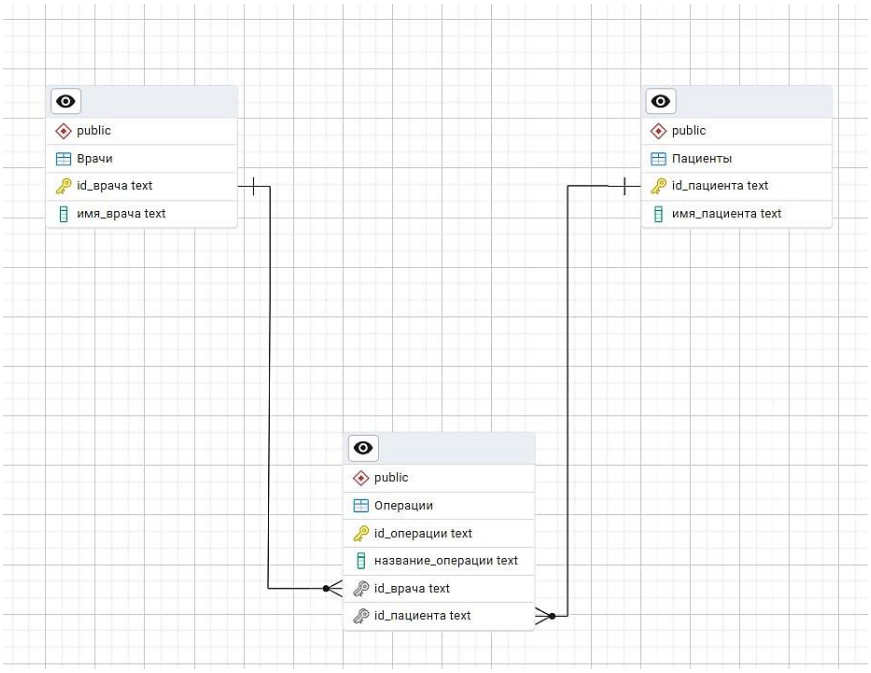


Рис. 1. Пример реляционной таблицы в Postgres SQL

Данная схема представлена в виде ER-диаграммы, что позволяет проследить связи между отдельными элементами. Однако при работе с базами данных, в которых присутствует множество таблиц, такое представление может усложнить понимание связей между элементами Big Data. При решении данной проблемы может помочь теория графов, которая графически упрощает систему таблиц. Приведем пример графа нашей таблицы на рисунке 2.

Так, с помощью графов представление таблиц в Big Data становится понятным и удобным.

При решении многих математических проблем теоретического или прикладного характера возникают задачи выбора и расположения каких-либо объектов в соответствии с заданными правилами, а также отыскания числа различных вариантов решения этой проблемы. Раздел математики, в котором рассматриваются подобные задачи, называется комбинаторикой.

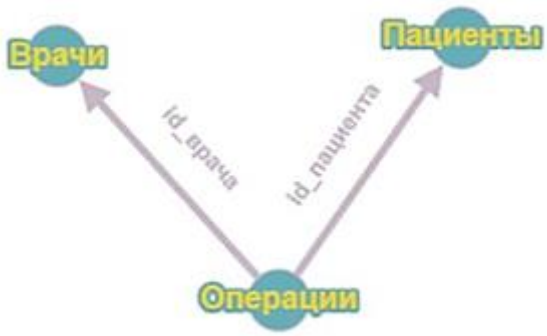


Рис. 2. Граф приведенной реляционной таблицы

Всё вышеперечисленное необходимо для оптимизации алгоритмов (выбор наиболее эффективных алгоритмов для анализа больших данных), статистического анализа (вычисление вероятностей), машинного обучения (алгоритмы машинного обучения построены на комбинаторных принципах).

Одним из методов данной концепции является *кластеризация* – алгоритм, который опирается на предположение, что исследуемое множество данных может быть смоделировано с помощью линейной комбинации многомерных нормальных распределений [2]. При этом целью исследования является оценка параметров распределения, которые максимизируют логарифмическую функцию правдоподобия, используемую в качестве меры качества модели. Таким образом, любой объект принадлежит ко всем кластерам, но с разной вероятностью. Объект должен быть отнесен к тому кластеру, для которого данная вероятность выше [3]. Визуально данный метод можно представить в виде рисунка 3.

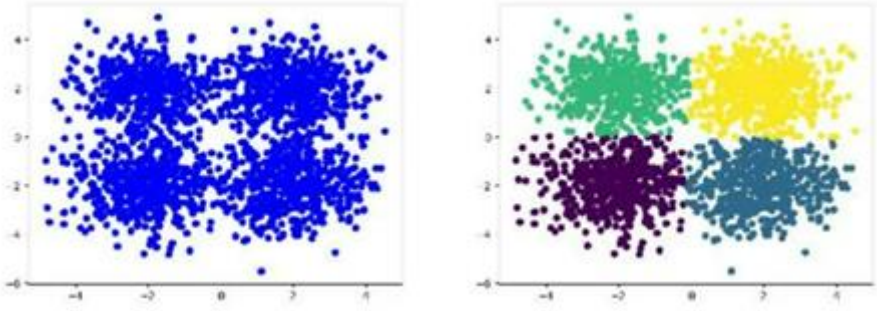


Рис. 3. Кластеризация – разбиение множеств на подмножества

С помощью кластеризации данные могут быть распределены по множествам, облегчающие анализ информации.

Теория множеств – это раздел математики, в котором изучаются общие свойства конечных и бесконечных множеств [4]; она включает в себя операции над множествами (объединение, пересечение, разность множеств), которые можно применять и в Big Data [5]. Например, возьмём базу данных нескольких фирм, которые имеют филиалы в городах России; назовём их условно фирма 1,

фирма 2 и фирма 3. Базы данных этих фирм содержат информацию о филиалах в различных городах. Допустим, что нам необходимо вывести данные о городе: магазины каких фирм он содержит. Для этого может быть полезно пересечение множеств – по признаку «город» мы вычисляем количество общих элементов каждой фирмы. Данная ситуация представлена на рисунке 4.

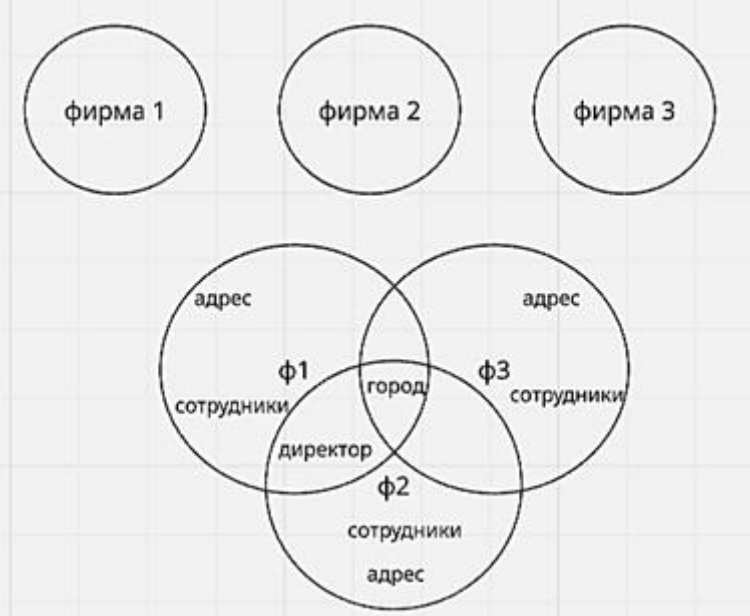


Рис. 4. Примеры выборки с помощью теории множеств

Таким образом, дискретная математика помогает организовывать, упрощать для чтения и сортировать данные, что полезно для работы с Big Data.

Источники

1. Мухаметзянов И. Р. Введение в дискретную математику: учебное пособие / И. Р. Мухаметзянов, З. Я. Якупов; под ред. И. Р. Мухаметзянова. 2-е изд., доп. Казань: КНИТУ-КАИ, 2022. 180 с.

2. Мальцев И. А. Дискретная математика: учебное пособие для вузов / И. А. Мальцев. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 292 с.

3. Атаян А. М. Аналитика больших данных: уч.-метод. пособие / А.М. Атаян, М.Б. Вольфсон. СПб.: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2023. 69 с.

4. Шевелев Ю. П. Дискретная математика: учебное пособие для вузов / Ю. П. Шевелев. 5-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 592 с.

5. Высшая математика: Элементы линейной алгебры: уч.-метод. пособие / С. И. Дорофеева, Т. К. Гараев, З. Я. Якупов [и др.]. Казань: КНИТУ-КАИ, 2022. 112 с.

УДК 519.217

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 1/*f* ШУМА КАК СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА

Никифоров Д.К., Орлов С.А.
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г.Москва, Россия
nikiforov.dk@mbstu.ru

Аннотация. Рассмотрены характеристики 1/f шума с математической и физической точки зрения, представлено графическое изображение составляющих случайного процесса. Для вычислений применена теорема Винера-Хинчина. Проведено математическое моделирование 1/f шума как характерного примера случайного процесса в твердом теле.

Ключевые слова: тонкие металлические пленки, 1/f шум, теорема Винера-Хинчина, случайные процессы.

MATHEMATICAL MODELING OF 1/*f* NOISE AS A RANDOM PROCESS

Nikiforov D.K., Orlov S. A.
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia
nikiforov.dk@mbstu.ru

Annotation. The characteristics of 1/f noise are considered from a mathematical and physical point of view, and a graphical representation of the components of a random process is presented. The Wiener-Khinchin theorem is used for calculations. Mathematical modeling of 1/f noise as a typical example of a random process in a solid is carried out.

Keywords: thin metal films, 1/f noise, Wiener-Khinchin theorem, random processes.

Классическим примером сосуществования хаоса и порядка являются токовые шумы в упорядоченной структуре твердого тела.

Токовые шумы – это непроизвольные флуктуации тока и напряжения, вызванные электронными процессами. Их беспорядоченные колебания отличаются сложностью временной и спектральной структуры и описываются статистическими законами.

С физической точки зрения, токовые шумы ограничивают и ухудшают параметры многих электронных приборов на низких частотах [1].

С математической точки зрения, флуктуирующие токи и напряжения являются случайными переменными (дискретными или непрерывными), а процессы их изменения – случайными процессами, описываемыми статистически (рис. 1) [2, 3].

Для описания основных свойств случайных процессов используются четыре статистические функции:

– среднее значение квадрата случайной переменной;
– плотность распределения (плотность вероятности);
– автокорреляционная функция;
– спектральная плотность.

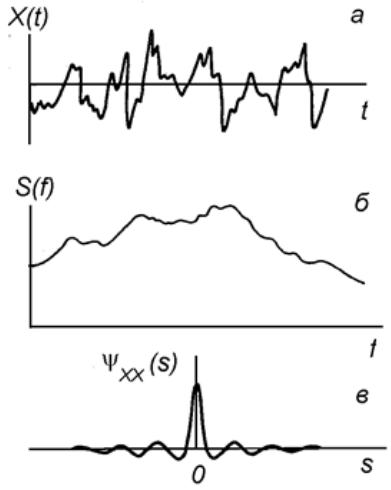


Рис. 1. Типичный случайный процесс (а), его спектральная плотность (б) и автокорреляционная функция (в)

Прежде всего, случайная переменная $X(t)$ описывается средним значением $\bar{X}$и средним квадратом $\overline{X^2}$, дающим элементарное представление об интенсивности случайного процесса. Кроме того, $X(t)$ описывается плотностью вероятности $f(X)$ – вероятностью попадания значений этой переменной в интервал между X и X+dX. Другими словами, плотность вероятности характеризует распределение вероятностей процесса в фиксированных точках.

Если средние значения и средние квадраты случайной переменной не зависят от времени, то такая переменная называется стационарной. В этом случае $f(X,\ t_1+t) = f(X,\ t_1) = f(X)$. Шумовые процессы практически все являются стационарными.

Многочисленные эксперименты демонстрируют, что функция распределения флуктуаций шума $X(t)$ имеет гауссовский вид

$$\omega_1(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\overline{X^2}}} e^{-X^2/2\overline{X^2}} \qquad (1)$$

Это указывает на то, что $1/f$ шум складывается из большого числа случайных процессов.

Если известна плотность вероятности – функция $f(X)$, то средние значения X^m вычисляются по формуле

$$\overline{X^m} = \int X^m f(X) dX. \qquad (2)$$

Для двух непрерывных случайных переменных X и Y вероятность того, что величина одной из них заключена между X и X+dX, а величина другой – между Y и Y+dY, есть dP = $f(X,Y)$dXdY, где $f(X,Y)$ называется совместной плотностью вероятности переменных X и Y.

Средние значения определяются также, как для одной переменной, т.е.

$$\overline{X^m Y^n} = \int X^m Y^n f(X,Y) dX dY. \quad (3)$$

Если $\overline{XY} = 0$, то случайные переменные $X(t)$ и $Y(t)$ называются некоррелированными. Если же $\overline{XY} \neq 0$, то случайные переменные $X(t)$ и $Y(t)$ коррелированы.

Величина $c = \overline{XY}/\sqrt{\overline{X^2 Y^2}}$ называется коэффициентом корреляции, причем $-1 \leq c \leq 1$. Случай $|c| = 1$ называется случаем полной корреляции.

В стационарных случайных процессах очень важным оказывается среднее значение $\overline{X(t)X(t+s)}$. Оно называется автокорреляционной функцией $\psi_{XX}(t)$ и является мерой продолжительности влияния данного значения случайной переменной на последующие. Автокорреляционную функцию можно определить через совместную плотность вероятности $f(X_1, X_2)$, где $X_1 = X(t)$, а $X_2 = X(t+s)$.

На основном участке частотного диапазона, пропускаемом измерительной системой, корреляционная функция шума падает со временем логарифмически, то есть очень медленно [4, 5].

Если шум стационарный, то есть в среднем не меняется со временем, функция распределения $F(X)$ не зависит от времени, а корреляционная функция ψ_{XX} зависит лишь от разности времен $t_1 - t_2 = s$. Спектральная плотность $S(f)$ в случае стационарного шума зависит лишь от одной частоты f.

Если $X(t)$ характеризует стационарный случайный процесс, то $X(t)$ можно разложить в ряд Фурье на интервале $0 \leq t \leq T$

$$X(t) = \sum_{-\infty}^{\infty} a_n \, exp(j\omega_n t), \quad (4)$$

где $\omega_n = 2\pi n/T$, $n = 0, \pm1, \pm2, \pm3\ldots$, $a_n = \frac{1}{T}\int_0^T X(t)\, exp(-j\omega_n t) dt$.

Важнейшей характеристикой флуктуационного процесса является спектр шума – зависимость спектральной плотности флуктуаций (СП) от частоты. СП равна отношению среднего квадрата шумового сигнала, прошедшего через фильтр с полосой пропускания достаточно малой ширины Δf вблизи частоты f, к ширине полосы Δf.

Спектральная плотность $S_x(f)$ случайного процесса $X(t)$ определяется выражением

$$S_x(f) = lim\ 2T\overline{a_n a_n^*}. \quad (5)$$

По теореме Винера–Хинчина* спектральная плотность шума может быть выражена через автокорреляционную функцию с помощью следующих соотношений [2]:

$$S_x(f) = 2\int_{-\infty}^{\infty} \overline{X(t)X(t+s)} e^{i\omega s}\, ds = 4\int_0^{\infty} \overline{X(t)X(t+s)}\, cos\, \omega\, s ds, \qquad (6)$$

где $\psi_{XX}(t) = \overline{X(t)X(t+s)}$ – автокорреляционная функция.

Обратное преобразование позволяет найти функцию корреляции флуктуаций во времени $\psi_{XX}(t) = \overline{X(t)X(t+s)}$

$$\psi_{XX}(t) = \int_0^{\infty} cos\, \omega\, t S_x(f) df. \qquad (7)$$

В частности, при $t_1 = t_2$ корреляционная функция равна среднему квадрату флуктуаций $\overline{X^2}$, то есть дисперсии шума:

$$\overline{X^2} = \int_0^{\infty} S_x(f) df. \qquad (8)$$

Автокорреляционная функция и спектральная плотность дают информацию о случайном процессе во временной и частотной областях соответственно. Формально функция спектральной плотности стационарного процесса не содержит дополнительной информации по сравнению с автокорреляционной функцией, поскольку эти функции связаны взаимным преобразованием Фурье. Однако они дают информацию различного типа, причем для решения той или иной задачи получение информации конкретного типа может быть более желательно.

При вычислениях обычно находят автокорреляционные функции, а затем определяют спектральную плотность с помощью теоремы Винера-Хинчина. В измерениях же сначала находят спектральную плотность, а затем рассчитывают автокорреляционную функцию [2, 6].

Источники

1. Коржавый А.П. Дефекты и физические свойства многокомпонентных электронных материалов. Калуга: Изд-во КГПУ, 1999. С. 49.

2. Ван дер Зил А. Шум. Источники. Описание. Измерение. М.: Сов. Радио, 1973. 176 с.

3. Бендат Дж., Пирсол А. Измерения и анализ случайных процессов. М.: Мир, 1974. 463 с.

4. Коган Ш.М. // Успехи физич. наук. 1985. Том 145, вып. 2. С. 285.

5. Жигальский Г.П., Бакши И.С. Радиотехника и электроника. 1980. Т. 25. С. 410.

6. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. М.: Высш. школа, 1986. 367 с.

УДК 621.311.22

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ФАКЕЛА В ТОПКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОТЛА ПРИ РАБОТЕ СО СНИЖЕННЫМИ НАГРУЗКАМИ

Новоселова Ольга Сергеевна, Шагиева Гузель Камилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
olhanowoselowa@yandex.ru

Аннотация. В данной работе рассмотрены методы увеличения температуры факела в топках энергетических котлов. Выделены технические решения, способствующие повышению эффективности растопки котла. Определены особенности работы котлов на разном виде топлива и их эксплуатации.

Ключевые слова: котёл, работа, нагрузка, факел, температура, режим.

ANALYSIS OF METHODS FOR INCREASING THE FLAME TEMPERATURE IN THE FURNACE OF AN ENERGY BOILER WHEN WORKING WITH REDUCED LOADS

Novoselova Olga Sergeevna, Shagieva Guzel Kamilievna
KSPEU, Kazan, Russia
olhanowoselowa@yandex.ru

Annotation. In this paper, methods of increasing the temperature of the flare in the furnaces of energy boilers are considered. The technical solutions that help to increase the efficiency of boiler heating are highlighted. The specifics of the operation of boilers with different types of fuel and their operation are determined.

Keywords: boiler, operation, load, torch, temperature, mode.

В настоящее время вопрос экономии топлива и повышения эффективности энергоустановок занимает достаточно важное место в энергетике и в цикле производства энергии на тепловых электрических станциях. Исходя из этого, стоит рассмотреть работу котельной установки в случаях сниженных нагрузок и выделить методы, способствующие поддержанию работы котла с использованием способов увеличения температуры факелов.

Актуальность данной темы объясняется тем, что частые остановы и пуски достаточно существенно влияют на надежность котельной установки, а это может привести к повышенному износу узлов вследствие резкого изменения температурного режима.

Уменьшение нагрузки котла ведет к снижению устойчивости горения топлива в топочной камере, и при некотором критическом значении D_{min} возникает пульсация факела, завершающаяся его срывом и погасанием. Это критическое значение и определяет минимальную нагрузку котла по условиям устойчивости факела [1].

Необходимо выделить причины неустойчивости факела:

– неустойчивость потока подачи топлива при сниженных нагрузках: автоматика подачи топлива не может обеспечить необходимую горючего вследствие конструктивных особенностей органов подачи топлива;

– общее понижение температуры в топке котла.

При снижении нагрузки энергетического котла персоналом уменьшают объем подаваемой топливно-воздушной смеси через горелки – данный метод именуется качественным регулированием. Также необходимо отметить, что на данный момент присутствует возможность использования автоматизированных систем управления технологическими процессами, которые могут осуществлять автоматическое регулирование подачей топлива исходя из заданных параметров для котла в предстоящем режиме работы. Но при снижении объема подаваемой смеси наблюдается турбулентность потока топливно-воздушной смеси, что приводит к замедлению распространения пламени и снижает интенсивность горения. При дальнейшем понижении нагрузки на энергетический котёл присутствует вероятность полного погашения факела грелки.

Так как присутствует вероятность нестабильной работы котла при сниженных нагрузках, то стоит обратить внимание на другой метод – количественное регулирование. Под данным мероприятием подразумевается отключение части горелок, что способствует уменьшению объема подаваемой топливно-воздушной смеси без снижения производительности оставшихся горелок и поддерживать необходимую температуру для шлакоудаления температуру в нижней части топки [2].

Важно отметить, что в мазутных котлах отсутствует понятие минимальной нагрузки, т.к. у мазута высокая реакционная способность, но необходимо отслеживать правильность распыления мазута при низких нагрузках. Это объясняется тем, что понижение расхода сопровождается понижением давления с последующим ухудшением распыления. При низком давлении распыления мазута крупные капли мазута не испаряются в полной мере, что приводит к осаждению на хвостовых поверхностях котла – на воздухоподогревателе. Данные отложения при отсутствии контроля состояния котла могут вызвать воспламенение с последующим пожаром в воздухоподогревателе. Также необходимо выделить, что при недостаточной тонкости распыления мазута присутствует вероятность забивания выходного отверстия форсунки коксом мазута, а это приводит к нарушению стабильности функционирования форсунки.

Для расширения диапазона регулирования котлов, работающих на антрацитовом штыбе или тощих углях с малым выходом летучих, можно утеплить топку в зоне расположения горелок. Под утеплением подразумевается приваривание по всему периметру специальных шипов «зажигательный пояс», на которые нанесена огнеупорная хромитовая или карборундовая масса. Они закрывают экранные трубы с целью уменьшения тепловосприятия, что повышает температуру в зоне горелок [3]. Таким образом, в зоне зажигательного пояса запасается большое количество теплоты, а аккумулированная теплота позволяет снижать перепады температуры в топке при изменениях нагрузки на котёл, что даёт понизить технический минимум для поддержания устойчивости факела. Необходимо отметить, что зажигательный пояс также применяется в котлах, которые работают на топливе с различной влажностью, для того, чтобы интенсифицировать его подсушку. Также такие пояса применяются в котлах, которые сжигают забалластированные угли с тугоплавкой золой.

Необходимо отметить, что в некоторых случаях возможно обеспечивать устойчивость горения при малых нагрузках подсвечиванием факела горелки мазутом. На пылеугольных котлах уже реализуется такое решение посредством установки мазутных горелок для растопки котла.

Исходя из этого, стоит заключить, что устойчивость процесса горения при сниженной нагрузки котла определяется видом сжигаемого топлива, в зависимости от вида сжигаемого топлива минимальная тепловая нагрузка котла будет составлять при работе: на газе и мазуте: 8-10% от номинальной; на бурых углях: 40-50%; каменных углях: 55-75%; тощих углях и антрацитовом штыбе: 80-85%. Анализируя сжигаемый вид топлива, персоналу электрической станции необходимо правильно осуществлять настройку топливоподающего тракта с последующим контролем правильности подачи топливно-воздушной смеси автоматизированной системой управления технологическим процессом.

Источники

1. Хрусталев В.А., Жидков К.П. Режимы работы и эксплуатации ТЭС: Учебное пособие. Саратов: Издательство Саратовского государственного технического университета, 2000. 176 с.

2. Усов С.В., Казаров С.А. Режимы тепловых электростанций. Л.: Энергоатомиздат, 1985. 240 с.

3. Галашов, Н. Н. Режимы работы и эксплуатация ТЭС / Н. Н. Галашов. Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2013. 252 с.

УДК 517.9

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НА ОСНОВЕ ДВУХ ВЕКТОРОВ. ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ ПОДХОД

Окулов Максим Денисович, Михайлов Сергей Артурович, Подкопаев Константин Константинович
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
maxim999555@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается метод, использующий два вектора и оптимизацию для минимизации погрешностей, что снижает требования к оборудованию и повышает устойчивость к шумам. Математическая модель включает преобразование координат через углы Эйлера и решение оптимизационной задачи. Метод экономит ресурсы, но чувствителен к начальным приближениям и требует дополнительных ограничений.

Ключевые слова: погрешность, оптимизация, шум, матрица.

MATHEMATICAL MODEL BASED ON TWO VECTORS. OPTIMIZATION APPROACH

Okulov Maxim Denisovich, Mikhailov Sergey Arturovich, Podkopayev Konstantin Konstantinovich
MPEI, Moscow, Russia
maxim999555@yandex.ru

Abstract. The article discusses a method using two vectors and optimization to minimize errors, which reduces hardware requirements and increases noise immunity. The mathematical model includes coordinate transformation through Euler angles and solving an optimization problem. The method saves resources, but is sensitive to initial approximations and requires additional restrictions.

Keywords: error, optimization, noise, matrix.

Юстировка РЛС является критически важным процессом, который позволяет обеспечить эффективную работу и высокую точность в обнаружении и отслеживании объектов. Правильная юстировка позволяет минимизировать погрешности в измерениях, что особенно важно в современных условиях, где точность информации напрямую влияет на результаты [1].

Недостаточная или неправильная юстировка РЛС может привести к множеству проблем, которые будут сказываться на эффективности и надежности используемых систем. Самой главной проблемой является снижение точности определения координат объектов, что затрудняет их отслеживание и может привести к ошибкам в оценке расстояний и скорости.

В условиях ограниченных ресурсов возникает необходимость в

проведении юстировки радиолокационных станций с минимально возможными ресурсными затратами. В данной работе предлагается метод, основанный на замерах двух векторов с последующим решением оптимизационной задачи, минимизирующей невязки измерений через целевую функцию. Подобная модель получается гибкой и устойчивой к шумам, однако становится чувствительной к начальным приближениям. Подход решает проблему юстировки в ситуациях, где невозможно получить три вектора, заменяя их двумя и минимизируя погрешности через оптимизацию [2]. Это снижает требования к оборудованию, упрощает работы и повышает устойчивость к шумам. Для преобразования координат из одной системы в другую необходимо использовать матрицу поворота. Для этого используются углы Эйлера ψ (курс), ϑ (тангаж), γ (крен), задающие ориентацию объекта в пространстве.

Классическое преобразование предполагает последовательность поворотов:

- курс (ψ) – поворот вокруг оси Za (вертикаль в абсолютной системе);
- тангаж (ϑ) – поворот вокруг промежуточной оси Y';
- крен (γ) – поворот вокруг окончательной оси Xc (продольная ось объекта).

В **Ошибка! Источник ссылки не найден.** описана матрица преобразования из абсолютной системы координат в связанную систему координат при повороте на три угла ψ, ϑ, γ.

Табл. 1. Преобразование координат из абсолютной системы в связанную

	Xa	**Ya**	**Za**
Xc	Cos ψ * Cos ϑ	Sin ϑ	Sin ψ *Cos ϑ
Yc	-Cos ψ * Sin ϑ * Cos γ - Sin ψ * Sin γ	Cos ϑ * Cos γ	-Sin ψ * Sin ϑ * Cos γ + Cos ψ * Sin γ
Zc	Cos ψ * Sin ϑ * Sin γ - Sin ψ * Cos γ	-Cos ϑ * Sin γ	Sin ψ * Sin ϑ * Sin γ + Cos ψ * Cos γ

Необходимо ввести матрицу ААС – матрица преобразования из абсолютной системы координат в связанную. Для пересчета координат используются следующие формулы (1):

$$\begin{aligned} X_c &= A_{11} * X_a + A_{12} * Y_a + A_{13} * Z_a \\ Y_c &= A_{21} * X_a + A_{22} * Y_a + A_{23} * Z_a \\ Z_c &= A_{31} * X_a + A_{32} * Y_a + A_{33} * Z_a \end{aligned} \quad (6)$$

где X_c, Y_c, Z_c – координаты в связанной системе; A_{11} ... A_{33} – элементы матрицы ААС; X_a, Y_a, Z_a – координаты в абсолютной системе.

Для перехода из связанной системы в абсолютную используется матрица АСА, которая является обратной к ААС. В силу ортонормированности матрицы поворота (все векторы ортогональны и имеют единичную длину), обратная

матрица совпадает с транспонированной: $ACA = AAC^T$.

Тогда мы можем определить следующие формулы (2) для пересчета координат из связанной системы в абсолютную:

$$\begin{aligned} X_a &= A_{11} * X_a + A_{21} * Y_a + A_{31} * Z_a \\ Y_a &= A_{12} * X_a + A_{22} * Y_a + A_{32} * Z_a \\ Z_a &= A_{13} * X_a + A_{23} * Y_a + A_{33} * Z_a \end{aligned} \quad (7)$$

где X_a, Y_a, Z_a – координаты в абсолютной системе; A_{11} ... A_{33} – элементы матрицы ACA; X_c, Y_c, Z_c – координаты в связанной системе.

Данный подход основан следующим: имеется источник излучения и вышка РЛС. Радиолокационная станция производит два замера с поворотами на различные углы относительно источника излучения. В общем виде данный подход представлен на рис. 1.

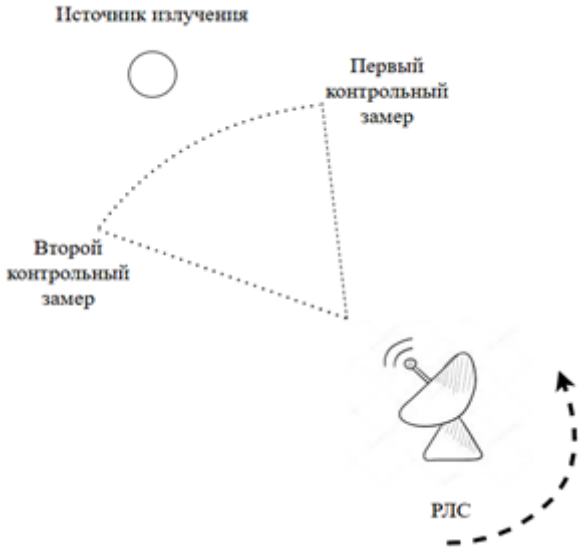


Рис. 1. Общий вид подхода на основе двух векторов

Далее необходимо построить и решить оптимизационную задачу.

Допустим, что известно на какие углы $\psi_т$, $\vartheta_т$, $\gamma_т$ развёрнута связанная система координат РЛС в двух позициях [3].

Замеренные радиолокационной станцией векторы необходимо преобразовать в связанную систему координат с помощью углов $\psi_т$, $\vartheta_т$, $\gamma_т$, используя (1). Затем, необходимо ввести шумы d_1, d_2, d_3 и получить углы $\psi_ш = \psi_т + d_1$, $\vartheta_ш = \vartheta_т + d_2$, $\gamma_ш = \gamma_т + d_3$. На основе углов с шумами также необходимо пересчитать оба вектора в связанную систему координат. В итоге, получатся вектора ($X_{сш1}$, $Y_{сш1}$, $Z_{сш1}$), ($X_{сш2}$, $Y_{сш2}$, $Z_{сш2}$) в связанной системе координат с шумами измерений и вектора ($X_{с1}$, $Y_{с1}$, $Z_{с1}$), ($X_{с2}$, $Y_{с2}$, $Z_{с2}$) без шумов [4]. Далее необходимо сделать постановку оптимизационной задачи.

Целевая функция – минимизация суммы квадратов невязок (3):

$$F(d_1, d_2, d_3) = \sum_{i=1}^{2}((X_{ci} - X_{\text{сш}i})^2 + (Y_{ci} - Y_{\text{сш}i})^2 + (Z_{ci} - Z_{\text{сш}i})^2) \quad (0)$$

где F – целевая функция для минимизации; X_{ci}, Y_{ci}, Z_{ci} – координаты векторов без ошибок; $X_{\text{сш}i}, Y_{\text{сш}i,} Z_{\text{сш}i}$ – координаты векторов с ошибками.

Также необходимо ввести дополнительные условия, которые будут проверяться после оптимизации:

- определитель матрицы $A^{\text{юст}} = 1$ (для сохранения ориентации);
- $A^{\text{юст}} * A^{\text{юст T}} = I$ (ортогональность).

Для минимизации данной функции можно использовать любой подходящий оптимизационный метод.

Реализация данного метода имеет ряд преимуществ и недостатков. Плюсы включают в себя экономию ресурсов, что упрощает проведение юстировки в полевых условиях; гибкость метода, позволяющая провести юстировку в ситуациях, где невозможно получение трех некомпланарных векторов; большую устойчивость данной модели к шумам; а также относительно легкую интеграцию оптимизационных алгоритмов в программное обеспечение. Минусы заключаются в том, что для однозначного решения требуется введение дополнительных ограничений, что усложняет модель; существует зависимость от начального приближения, так как нелинейные методы чувствительны к выбору начальных значений, что может привести к локальным минимумам; линейная аппроксимация становится неадекватной при значительных угловых отклонениях; и оптимизационный подход может «подстраиваться» под шумы, теряя обобщающую способность.

Главным преимуществом данной математической модели можно назвать возможность проведения юстировки с минимальным необходимым оборудованием. Данный вид юстировки также является динамическим, как и метод, основанный на трех векторах, но при этом он не требует условие некомпланарности векторов, которое может быть невыполнимым в полевых условиях.

Источники

1. Никольский С.М., Соловьев С.И. Источники погрешностей координатных измерений и способы минимизации их влияния // Вестник науки. 2021. С.217-224.

2. Шкарупа Е.В., Плотников М.Ю. Оценка погрешности и оптимизация метода ПСМ с учетом регуляризации // Марчуковские научные чтения. 2022. С. 64-65.

3. Корчагина А.А., Кузьменко Н.И. Особенности решения оптимизационных задач в школьном математическом и экономическом образовании // Инновационная наука. 2022. С. 56-60.

4. Заволокин В.В. Модель шума квантования вектора с ненулевыми математическими ожиданиями // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. 2020. С. 37-48.

УДК 51-74

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОРОДНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Орлов С.А., Никифоров Д.К.
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г.Москва, Россия
nikiforov.dk@mbstu.ru

Аннотация. Представлена модель экологически чистого высокотемпературного топлива для газотурбинных установок (ГТУ) на основе математического моделирования термодинамической эффективности. Приведены результаты анализа внедрения водородного топлива в работающие агрегаты.

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, водород, альтернативное топливо, энергоэффективность, экологичность, снижение выбросов, NO_x.

MATHEMATICAL MODELING OF THERMODYNAMIC EFFICIENCY OF HYDROGEN GAS TURBINE UNITS

Orlov S.A., Nikiforov D.K.
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia
nikiforov.dk@mbstu.ru

Abstract. A model of environmentally friendly high-temperature fuel for gas turbine units (GTU) based on mathematical modeling of thermodynamic efficiency is presented. The results of the analysis of the introduction of hydrogen fuel into operating units are presented.

Keywords: gas turbine engine, hydrogen, alternative fuel, energy efficiency, environmental friendliness, emission reduction, NO_x.

Глобальная необходимость снижения выбросов CO_2 и NO_x в энергетике стимулирует поиск технологий, способных обеспечить переход к низкоуглеродным источникам энергии. Ключевое решение проблемы применение водородного топлива заменяющего углеводороды. Экологическая нейтральность водорода и высокая энергоэффективность модернизированных ГТУ минимизируют углеродный след. Однако барьеры сохраняются: дефицит «зеленого» водорода, требующий масштабирования ВИЭ, а также технологические и инфраструктурные ограничения, осложняющие баланс экологии и экономики.

Газотурбинные установки (ГТУ) обладают рядом уникальных преимуществ, которые делают их оптимальным решением для интеграции водородных технологий в сравнении с другими типами энергетических установок.

1. *Гибкость топливного цикла.* Политопливность ГТУ могут работать на широком спектре топлив - от природного газа до синтез-газа. Это ликвидирует необходимость полной замены конструкции.

2. *Высокая удельная мощность и компактность.* ГТУ демонстрируют высокую мощность на киллограм массы.

3. *Быстрый запуск и адаптивность.* ГТУ способны достигать номинальной мощности за 10–15 минут, что важно для балансировки энергосистем.

4. *Когенерация***.** Интеграция ГТУ в системы комбинированного производства тепла и электроэнергии (ТЭЦ) увеличивает КПД до 80–90%.

5. *Термостойкость***.** Современные ГТУ устойчивы к экстремальным температурам.

Благодаря модульной архитектуре и масштабируемости ГТУ, благодаря модульности и масштабируемости, служат «мостом» между традиционными ТЭС и низкоуглеродной энергетикой, оптимизируя мощности и снижая выбросы.

Приоритет модернизации энергетики – углеродно-нейтральные технологии. Аддитивное внедрение водорода в топливные смеси с поэтапным переходом на 100% водородный режим минимизирует выбросы парниковых газов, обеспечивая экологически устойчивый топливный цикл.

Таблица 1. Массовая теплота сгорания МДж/кг[3]

Водород	Природный газ	Керосин	Дизельное топливо	Метан	Пропан
120,1	35-46	43,5	43,1	49,9	46,3

С термодинамической точки зрения, водород обладает уникальными преимуществами: исключительная энергоемкость (120–140 МДж/кг), в 2,6 раза превышающая аналоги, и адиабатическая температура горения (~2200°C) [2, 3]. Это повышает параметры рабочего тела, приближая КПД к идеальным показателям. Каталитическое влияние водорода на эксергетический баланс объединяет экологические и энергетические преимущества - нейтрализацию выбросов и рост производительности энергоустановок.

$$l_{гту} = C_p(T_3 - T_4) - C_p(T_2 - T_1) \quad (1)$$

C_p – удельная теплоёмкость при постоянном давлении; T_1,T_2 – температуры на входе и выходе компрессора; T_3, T_4 – температуры на входе и выходе турбины.

$$\eta_t^{max} = \frac{l_{гту}}{q_1} = 1 - \frac{T_1}{T_3}, \quad (2)$$

где η_t^{max} – максимальный термический кпд цикла; T_1 – температура смеси на входе в компрессор; T_3 – температура смеси перед перед турбиной; $l_{гту}$ – удельная работа гту; q_1 – максимальная подведенная теплота, π_k – степень повышения давления в компрессоре; Т3 – изотермы.

Была построена модель зависимости удельной работы ($l_{гту}$) газотурбинной установки (ГТУ) от степени повышения давления в компрессоре(π_k) при постоянной температуре рабочего тела перед турбиной(Т3). Анализ проведён в рамках теоретической модели идеального цикла с использованием изотермического подхода. На графике отражено влияние изменения π_k на термодинамическую эффективность ГТУ.

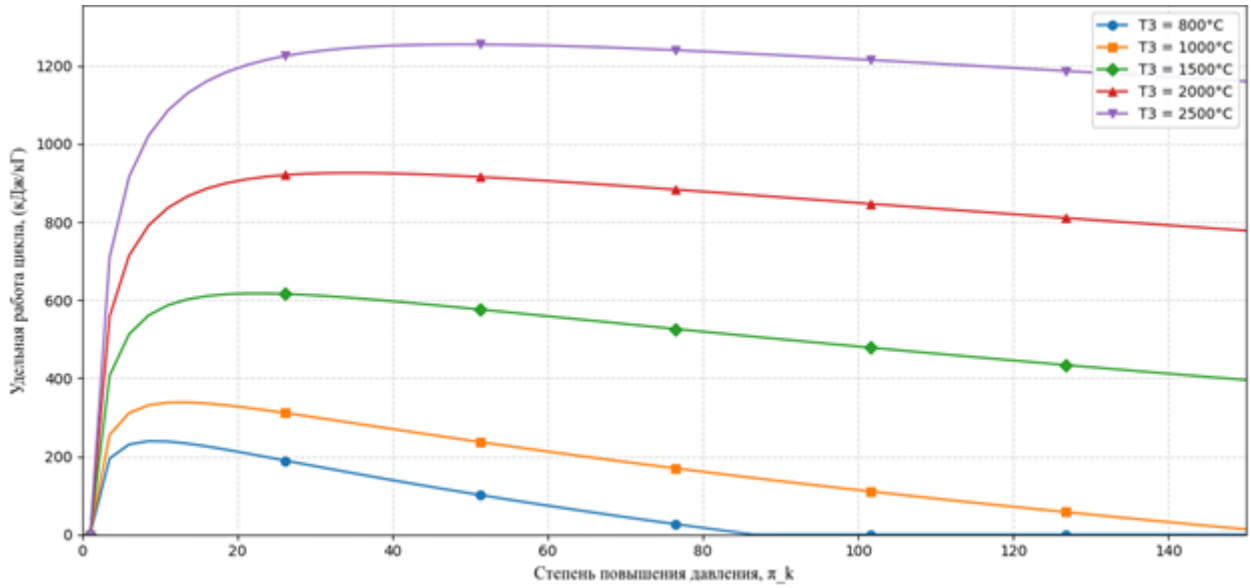


Рис. 1. График зависимости удельной работы от степени сжатия ГТУ

Повышение температуры рабочего тела на входе в турбину увеличивает КПД цикла без экстремального роста давления. Адиабатическая температура горения водорода (~2200°C) превышает возможности современных турбин (1600–1800°C), открывая перспективы роста эффективности. Сегодня применяют смеси водород-метан или разбавление инертными агентами (N_2 и др.). Данные топливные смеси позволяют достигать оптимальной температуры рабочего тела, не разрушая силовую установку и не повышая уровень эмисси вредных веществ в атмосферу выше нормы

Так же стоит помнить, что реальная работа ГТУ и КПД будут меньше, чем в идеальном процессе в виду наличия сил трения.

$$l_{\text{ГТУ}}^{\text{Д}} = l_{\text{Т}}^{\text{Д}} - l_{\text{К}}^{\text{Д}} = \eta_{\text{oi}}^{\text{Т}} C_{\text{p}}(T_3 - T_4) - \frac{C_{\text{p}}(T_2 - T_1)}{\eta_{\text{oi}}^{\text{К}}} \quad (3)$$

где $l_{\text{ГТУ}}^{\text{Д}}$ – действительная работа ГТУ; $l_{\text{Т}}^{\text{Д}}$ – действительная работа турбины; $l_{\text{К}}^{\text{Д}}$ – действительная работа компрессора; $\eta_{\text{oi}}^{\text{Т}}$ – КПД турбины; $\eta_{\text{oi}}^{\text{К}}$ – КПД компрессора.

Таблица 2. Составы разбавленного синтез газа [4]

Молярный состав, %	Syngas		H_2	
	минимум	максимум	минимум	максимум
H_2	11	22	30	73
CO	21	34	0	46
CO_2	0	4	0	5
CH_4	1	11	0	14
N_2	5	41	0	60

Таблица 3. Результаты испытаний на сгорание в газогенераторе Siemens SGT6-5000F [4]

Топливо	Загрязнитель	Выбросы, ppm	
		Ожидаемые результаты	Экспериментальные результаты
Syngas	NO_x	15	<15
	CO	10	<10
Чистый H2	NO_x	15	<15
	CO	0	0
Природный газ	NO_x	25	<25
	CO	10	<10

К числу барьеров, препятствующих интеграции водородных технологий в энергетику, относится ресурсоемкость производства чистого («зеленого») водорода и специфические эксплуатационно-логистические ограничения [2,4].

При оценке водорода как энергоносителя важна его производственная составляющая. Цветовая классификация отражает методы производства и углеродный след: *Зеленый* (нулевые выбросы CO_2); *Серый* (ПКМ); *Голубой* (улавливание и хранения углерода (CCS)); *Розовый* (ядерная энергия); *Бирюзовый* (пиролиз метана).

С точки зрения транспортировки наиболее экономически оправданным методом представляется использование магистральных трубопроводов. Альтернативные способы сопряжены с технологическими сложностями.

1) *Жидкостный формат* требует применения изотермических криогенных цистерн с поддержанием сверхнизких температур (–253°C) и давления (0,7 МПа).

2) *Газообразный формат* предполагает использование высокопрочных баллонов с рабочим давлением до 18 МПа, создающих ограничения в инфраструктурной адаптации на конечных точках потребления из-за необходимости специализированных систем хранения и распределения [2].

Водород демонстрирует высокий потенциал как декарбонизированное топливо для газотурбинных установок (ГТУ), обеспечивая рост КПД цикла за счёт своих термодинамических параметров. ГТУ, благодаря гибкости топливного цикла, компактности и когенерации, служат ключевым элементом перехода к низкоуглеродной энергетике. Однако, внедрение водорода сталкивается с технологическими и инфраструктурными барьерами.

Источники

1. Кузнецов И.С., Безбог Д.А., Бульбович Р.В., Соколовский М.И. Обзор мировых тенденций в области разработки газотурбинных установок на водородосодержащем топливе // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. 2024. № 77. С. 89–103. DOI: 10.15593/2224-9982/2024.77.08.

2. Иванова Е.Э. и др. Анализ оптимальных способов транспортировки водорода // Наука и технологии: перспективы развития и применения. 2023. С. 28-45.

3. Turns, S. R. An Introduction to Combustion: Concepts and Applications (3rd ed.). McGraw-Hill Education. 2012.

4. Wu Jianfan, et al. Advanced Gas Turbine Combustion System Development for High Hydrogen Fuels // ASME Turbo Expo 2007: Power for Land, Sea, and Air, ASME, 2007, Article GT2007-28337.

УДК 004.4

ОБОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ НАХОЖДЕНИЯ КРАТЧАЙШИХ МАРШРУТОВ СОГЛАСНО КАЧЕСТВУ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ И ДОРОЖНЫМ УСЛОВИЯМ

Парахин Кирилл Валерьевич, Курочкин Сергей Васильевич
ВЛГУ, г. Владимир, Россия
parahinkv@gmail.com

Аннотация: В статье произведен обзор предметной области программно-информационной системы (ПИС), предназначенной для построения оптимальных маршрутов по городу, согласно качеству и текущим условиям проезда по имеющимся дорожным участкам.

Ключевые слова: программно-информационная система, логистика, маршрут, кратчайший путь, математическая модель.

SUBSTANTIATION OF THE RESEARCH OF METHODS FOR FINDING THE SHORTEST ROUTES ACCORDING TO THE QUALITY OF THE ROAD SURFACE AND ROAD CONDITIONS

Kirill V. Parakhin, Sergey V. Kurochkin
VLSU, Vladimir, Russia,
parahinkv@gmail.com

Abstract: The article provides an overview of the subject area of the software and information system (IIS), designed to build optimal routes around the city, according to the quality and current conditions of travel on existing road sections.

Keywords: software and information system, logistics, route, shortest path, mathematical model.

В настоящее время люди очень привыкли пользоваться картами для передвижения по городу для поиска нужных локаций. В рамках текущей информационной эры особое развитие получили онлайн-сервисы, занимающиеся отображением картографической информации, навигацией и построением кратчайших маршрутов. Крупные сервисы действительно имеют хорошее покрытие актуальных дорожных участков, но зачастую могут не учитывать важных особенностей передвижения по дорогам города.

Основной проблемой в данной сфере является отсутствие публичного реестра качества дорожного покрытия и загруженности дорог города. В рамках

обычного городского трафика периодически возникают аварийные ситуации и заторы, связанные зачастую с неравномерным распределением этого трафика по имеющейся дорожной системе.

Поскольку при работе картографического онлайн-сервиса используется имеющаяся дорожная инфраструктура, встает вопрос о том, как распределить движение транспортного потока по уже имеющимся улицам города, без ущерба безопасности движения.

Предметной областью для данной темы является организация дорожного движения города, отслеживание качества покрытия этих дорог и их условий на момент построения маршрута.

Предметом исследования будет являться конкретный город и его дорожная сеть. Также к предметам исследования можно отнести ключевые факторы при формировании реестра параметров дорожного покрытия и дорожной ситуации – дефекты дорожного участка, загруженность и его склонность к затору [1]. Объектом исследования будет являться модель представления, систематизации, обобщения данных и построения маршрута для пользователя на основании этих данных.

Целью исследования является изучение факторов, влияющих на оптимизацию маршрутизации движения, учет которых позволит определять оптимальные маршруты и приводить к снижению заторов и аварийных ситуаций.

Гипотезой для данного исследования будет следующее предположение: «В любой момент времени для перемещения из точки А в точку Б возможно найти самый оптимальный по времени и условиям перемещения маршрут, обработав информацию от N участников движения» [2].

Для проверки данной гипотезы проведем исследование с некоторым набором входных данных, затем применим наиболее подходящий метод математического анализа (линейную регрессию, градиентный спуск); и, исходя из результатов, найдем корреляцию параметров времени, потраченного на движение и простой на маршруте. Таким образом можно получить:

1) распределение транспортного потока города;

2) предоставление возможности машинам специального назначения беспрепятственного движения;

3) рекомендацию наиболее безопасного и короткого маршрута.

На основе выделенных выше положительных сторон можно сделать вывод о том, что разработка рассматриваемой программной системы является актуальной, так как может стать достаточно полезной.

В качестве исходных данных и методов можно рассмотреть:

1. Информацию о дорожном покрытии и его видах, а также дополнительных характеристиках;

2. Данные ГИС, предоставляющих спутниковые карты в режиме реального времени;

3. Использование алгоритмов поиска кратчайшего пути на взвешенном графе.

Среди основных методов исследования можно выделить сбор данных о дорожном покрытии и дорожных условиях, анализ этих данных и показателей, моделирование, исходя из полученных, оптимизация модели и экспериментальная проверка; возможно, с применением симуляторов движения [3].

Исходя из темы исследования можно выделить следующие факторы, которые непосредственно оказывают влияние на построение оптимального маршрута движения:

1. Качество дорожного покрытия;

2. Некорректная организация дорожного движения на дорогах города;

3. Изменение загруженности тех или иных участков дорог;

4. Аварийные происшествия с транспортными средствами на дороге;

5. Выполнение ремонта участков дорог.

Собственно, чтобы подойти к решению проблемы, необходимо проанализировать влияние вышеописанных факторов; и определить, какие из них оказывают решающее воздействие на заданную модель [4].

Затем по входным данным можно привязывать характеристики дорожного покрытия к конкретным геолокациям и иметь удобную структуру дорожной сети. По запросу пользователя система будет анализировать маршруты остальных пользователей и текущее состояние дорожной сети, и выдавать оптимальный маршрут, который может корректироваться во время движения.

Благодаря данному исследованию можно будет разработать ПИС, которая позволит проводить автоматизированный сбор данных из различных источников, представить единый реестр для их хранения, анализа и использования их в рамках построения маршрутов [5].

Для целей более оптимальной апробации и использования входных данных, а также предсказания новых явлений в городской дорожной сети– можно будет воспользоваться методами машинного обучения.

По окончанию можно резюмировать полученные результаты, выделить основные перспективы развития темы, рассмотреть положительные и отрицательные стороны; с целью улучшения качества проектирования и обоснования ПИС.

Источники

1. Черняк, И. С. Логистика для большого города / И.С. Черняк // В.Ю. Конюхов: учебное пособие, электронный научный журнал «Известия»: в 3-х т. / И. С. Черняк, В. Ю. Конюхов. М., 2018 №6. Т. 1. С. 101-116.

2. Лопухов, Н. В. Использование информационных технологий в управлении города / Н. В. Лопухов // Лопухов Н. В. учебно-практическое пособие / Н. В. Лопухов, О. А. Астафурова. М., 2017. С. 120-125.

3. Сагинова, О. В. Модели городской мобильности и логистика крупного города / О. В. Сагинова // Экономика, предпринимательство и право: учебно-справочное пособие. М., 2020 № 2. Т. 10. С. 220- 225.

4. Сапрыкин, С.С. Влияние состояния дорожного полотна и дорожных условий на безопасность дорожного движения // Вестник магистратуры: учебное пособие / С. С. Сапрыкин, В. В. Пак. М., 2022 №3–1. Т. 1. С. 125-126.

5. Шубкина, Е.С. Ведение государственных отраслевых реестров в РФ / Е. С. Шубкина, Шубкин Н.С. // Региональное развитие: электронный журнал. М. 2015. С. 12-15.

УДК 511:512:003.326

АРИФМЕТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ КУБИЧЕСКИХ ВЫЧЕТОВ В ПОЛЕ Zp

Пастухов Юрий Феликсович[1], Пастухов Дмитрий Феликсович[1], Чертков Валерий Михайлович[1], Калинцев Сергей Викторович[1], Косарев Иван Юрьевич[2], Пастухов Александр Юрьевич[3], Чернов Сергей Васильевич[4]

[1]Полоцкий государственный университет им. Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Беларусь

[2]Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия

[3]Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, Витебск, Беларусь,

[4]Конструкторское бюро «Дисплей», Витебск, Беларусь

Аннотация: Алгебраические вычеты и невычеты третьего порядка (степени) в поле Z_p - элементы этого поля Z_p для которых существует хотя бы одно решение простейшего (канонического) уравнения третьей степени с коэффициентом при старшем члене, равном 1, и свободным членом, равным данному(рассматриваему) элементу поля Z_p .Вычеты и невычеты третьего порядка используются в теории чисел, криптографии, теории групп, алгебре ,компьютерной и информационной безопасности, теории решения алгебраических уравнений.

Ключевые слова: алгебраические структуры**,** адгебра, алгебраическое уравнение, теория групп, теория чисел, информационная безопасность, компьютерная безопасность, алгебраические уравнения.

ARITHMETIC CRITERION OF CUBIC DEDUCTIONS IN THE Zp FIELD

Pastukhov Yuri Feliksovich[1], Pastukhov Dmitry Feliksovich[1], Chertkov Valery Mikhailovich[1], Kalintsev Sergey Viktorovich[1], Kosarev Ivan Yurievich[2], Pastukhov Alexander Yurievich[3], Chernov Sergey Vasilyevich [4]

[1]Polotsk State University named after Euphrosyne of Polotsk, Polotsk, Belarus,

[2]Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia,

[3]The Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk, Belarus,

[4]«Display» Design Bureau, Vitebsk, Belarus

Abstract: Algebraic deductions and non-deductions of the third order (degree) in a field are elements of this field for which there exists at least one solution to the simplest (canonical) equation of the third degree with a coefficient with the highest term equal to 1 and a free term equal to the given (considered) element of the field.Third-order deductions and non-deductions are used in number theory, cryptography, group theory, algebra, computer and information security, theory of solving algebraic equations.

Keywords: algebraic structures, algebra, algebraic equation,group theory, number theory, information security, computer security, algebraic equations.

В работе [2] был получен результат-критерий(теорема1) существовании наличия решений алгебраических уравнений в кольце вычетов Z_m, с образующими и свободным членом , наибольший общий делитель которого с порядком, равен единице(взаимно прост с порядком кольца).

По определению в теории чисел, криптологии, криптографии и алгебре, алгебраические вычеты теретьего порядка(степени) в поле Z_p – это такие элементы $a \in Z_p$, что существует (найдется) хотя бы одно решения уравнения $x^3 \equiv a(\mathrm{mod\,p})$, алгебраические невычеты третьего степени (порядка) в поле Z_p – это такие элементы поля вычетов $a \in Z_p$, для которых нет(пустое множество) решения уравнения $x^3 \equiv a(\mathrm{mod\,p})$ Количество образующих элементов(генераторов) равно $\varphi(\varphi(\mathrm{m}))$, где φ – функция Эйлера.

Хорошо известный факт из алгебры, теории чисел, криптологии: $Z_m^* - циклическая \Leftrightarrow 1) m = 2\ \ 2) m = 4\ \ 3) m = p^k\ \ 4) m = 2p^k (в\ \ 3), 4)\ \ p - нечетное\ простое)$

Теперь сформулируем арифметический аналог кубических вычетов известного критерия Леонарда Эйлера для квадратичных вычетов в поле Z_p, который, как хорошо известно, например из алгебры, имеет следующий вид $a - квадаратичный\ вычет\ в\ поле\ Z_p \Leftrightarrow a^{\frac{p-1}{2}} \equiv 1(\mathrm{mod}\ p)$.

Теорема 1 (Арифметический критерий кубических (третьего порядка) вычетов в поле Z_p).

Пусть, Z_p – поле вычетов по простому нечетному модулю p и $a \in Z_p$

Тогда $a - кубический\ вычет \ \Leftrightarrow$

$$\begin{cases} 1.\ или\ a = 0\ (очевидный\ вычет\ так\ как\ 0^3 \equiv 0(\mathrm{mod}\ p) \\ 2.\ или\ a \neq 0\ и\ пусть \begin{cases} 1. \quad p = 3k+1, k \in Z\ \ тогда\ a - вычет \Leftrightarrow a^{\frac{p-1}{3}} \equiv 1(\mathrm{mod}\ p) \\ 2. \quad p \neq 3k+1, k \in Z \Leftrightarrow p = 3\ или\ p = 3k+2,\ тогда\ a - вычет\ \forall a \neq 0,\ a \in Z \end{cases} \end{cases}$$

Таким образом, арифметический критерий кубических вычетов и невычетов существенно отличается от критерия квадратичных вычетов в поле вычетов Z_p, если остаток от деления p на 3 равен 1, то вычетами являются только часть элементов Z_p, если же остаток от деления p на 3 не равен 1, то вычетами являются все элементы поля Z_p.

Пример 1. Рассмотрим для примера кольцо по нечетному простому модулю $Z_{p=7}$. Кубическими вычетами в Z_7 являются только элементы 0,1,6. Это доказывают нижеследующие вычисления:

$$\left\{0^3 \equiv 0(\mathrm{mod}\,7), 1^3 \equiv 1(\mathrm{mod}\,7), 2^3 \equiv 1(\mathrm{mod}\,7), 3^3 \equiv 6(\mathrm{mod}\,7), 4^3 \equiv 1(\mathrm{mod}\,7), 5^3 \equiv 6(\mathrm{mod}\,7), 6^3 \equiv 6(\mathrm{mod}\,7)\right\}$$

Проверим это на основании сформулированной выше теоремы 1.

$p = 7 = 2*3+1$ – имеем случай 2.1 теоремы 1 – найдем все вычеты и невычеты на основании теоремы 1: $a = 0$ – очевидный вычет,

$$a = 1 \Rightarrow a^{\frac{p-1}{3}} = 1^{\frac{7-1}{3}} = 1^2 = 1,\ 1(\mathrm{mod}\ p = 7) = 1(\mathrm{в}\ Z_7) = 1(\mathrm{в}\ Z_7) \Rightarrow a = 1 - \textit{вычет}$$

$$a = 2 \Rightarrow a^{\frac{p-1}{3}} = 2^{\frac{7-1}{3}} = 2^2 = 4,\ 4(\mathrm{mod}\ p = 7) = 4(\mathrm{в}\ Z_7) \neq 1(\mathrm{в}\ Z_7) \Rightarrow a = 2 - \textit{невычет}$$

$$a = 3 \Rightarrow a^{\frac{p-1}{3}} = 3^{\frac{7-1}{3}} = 3^2 = 9,\ 9(\mathrm{mod}\ p = 7) = 2(\mathrm{в}\ Z_7) \neq 1(\mathrm{в}\ Z_7) \Rightarrow a = 3 - \textit{невычет}$$

$$a = 4 \Rightarrow a^{\frac{p-1}{3}} = 4^{\frac{7-1}{3}} = 4^2 = 16,\ 16(\mathrm{mod}\ p = 7) = 2(\mathrm{в}\ Z_7) \neq 1(\mathrm{в}\ Z_7) \Rightarrow a = 4 - \textit{невычет}$$

$$a = 5 \Rightarrow a^{\frac{p-1}{3}} = 5^{\frac{7-1}{3}} = 5^2 = 25,\ 25(\mathrm{mod}\ p = 7) = 4(\mathrm{в}\ Z_7) \neq 1(\mathrm{в}\ Z_7) \Rightarrow a = 5 - \textit{невычет}$$

$$a = 6 \Rightarrow a^{\frac{p-1}{3}} = 6^{\frac{7-1}{3}} = 6^2 = 36,\ 36(\mathrm{mod}\ p = 7) = 1(\mathrm{в}\ Z_7) = 1(\mathrm{в}\ Z_7) \Rightarrow a = 6 - \textit{вычет}$$

Таким образом, набор вычетов и невычетов совпал по теореме 1 и с результатами прямого вычисления в Z_7.

Пример 2. В тоже время как показывают вычисления в кольце Z_5, $5 = 3*1+2,\ 5(\mathrm{mod}\ 7) \neq 1(\mathrm{в}\ Z_7)$ имеем:

$$\left\{0^3 \equiv 0(\mathrm{mod}\,5), 1^3 \equiv 1(\mathrm{mod}\,5), 2^3 \equiv 3(\mathrm{mod}\,5), 3^3 \equiv 2(\mathrm{mod}\,5), 4^3 \equiv 4(\mathrm{mod}\,5)\right\}.$$

Из приведенных вычислений видно, что в кольце Z_5 все элементы являются кубическими (3-й степени) вычетами (то есть нет невычетов 5-й степени)

Источники

1. Обобщение метода Петрова-Галеркина для решения системы интегральных уравнений Фредгольма второго рода Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Карлов М.И., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2023. № 1 (60). С. 5-14.

2. Критерий существования решений, количество решений, структура решений канонического неоднородного алгебраического уравнениястепени n в кольце вычетов с генераторами и свободным членом, взаимно простым с порядком Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Чернов С.В., Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К. Тенденции развития науки и образования. 2023. № 101-4. С. 114-117.

3. Модифицированная формула Герасимова-Капуто Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Карлов М.И., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2024. № 1 (64). С. 5-14.

УДК 511:512:003.326

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ВЫЧЕТОВ 5-ОЙ СТЕПЕНИ В ПОЛЕ Zp

Пастухов Юрий Феликсович[1], Пастухов Дмитрий Феликсович[1], Чертков Валерий Михайлович[1], Калинцев Сергей Викторович[1], Косарев Иван Юрьевич[2], Пастухов Александр Юрьевич[3], Чернов Сергей Васильевич[4]

[1]Полоцкий государственный университет им. Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Беларусь,

[2]Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия

[3]Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, Витебск, Беларусь,

[4]Конструкторское бюро «Дисплей», Витебск, Беларусь

Аннотация: Вычеты и невычеты пятой степени в поле Z_p - элементы поля для которых существует решение канонического уравнения 5-ой с единичным коэффициентом при старшем члене и свободным членом, совпадающим с заданным элементом поля. Критерий и структура вычетов пятой степени(порядка) может быть получен из критерия существования алгебраического уравнения степени n. Вычеты и невычеты пятой степени используются в теории чисел, компьютерной безопасности, криптографии.

Ключевые слова: алгебраическое уравнение, алгебраические структуры**,** алгебра, теория групп, информационная безопасность, теория.

INVESTIGATION OF THE STRUCTURE OF 5TH DEGREE DEDUCTIONS IN THE Zp FIELD

Pastukhov Yuri Feliksovich[1], Pastukhov Dmitry Feliksovich[1], Chertkov Valery Mikhailovich[1], Kalintsev Sergey Viktorovich[1], Kosarev Ivan Yurievich[2], Pastukhov Alexander Yurievich[3], Chernov Sergey Vasilyevich[4]

[1]Polotsk State University named after Euphrosyne of Polotsk, Polotsk, Belarus,

[2]Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia,

[3]The Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk, Belarus,

[4]«Display» Design Bureau, Vitebsk, Belarus

Abstract: Deductions and non-deductions of the fifth degree in a field are elements of a field for which there is a solution to the canonical equation of the 5th degree with a unit coefficient for the highest term and a free term coinciding with a given element of the field. The criterion and structure of deductions of the fifth degree (order) can be obtained from the criterion for the existence of an algebraic equation of degree n. Deductions and non- deductions of the fifth degree are used in number theory, computer security, and cryptography.

Keywords: algebraic equation, algebraic structures, algebra, group theory, information security, theory.

В работе [1] исследовался вопрос о существовании решений алгебраических уравнений в кольце вычетов Z_m. В результате получен мощный и эффективный инструмент исследования существования решений – сформулирована и доказана теорема 1 – критерий существования (канонического)алгебраического уравнения степени n в кольце вычетов Z_m с образующими и свободным членом, взаимно простым с порядком кольца.

Новым в данной работе является критерий биквадратичных 4-ой вычетов из более общего критерия [1] существования решения канонического неоднородного алгебраического уравнения степени в кольцах вычетов с генераторами. Так как мультипликативная группа поля Z_p Z_p^* состоит из всех ненулевых элементов и является циклической, так как p – простое, то этот факт является уникальным для применения более общего критерия.

Как известно, вычеты в поле Z_p – это такие элементы $a \in Z_p$, для которых существуют решения уравнения $x^5 \equiv a(\mathrm{mod\,p})$, невычеты в поле Z_p – это такие элементы $a \in Z_p$, для которых не существуют решения уравнения $x^5 \equiv a(\mathrm{mod\,p})$. Количество порождающих равно $\varphi(\varphi(\mathrm{m}))$, где $\varphi -$функция Эйлера. Известно, что

$$Z_m^* - \textit{циклическая} \Leftrightarrow 1) m = 2 \;\; 2) m = 4 \;\; 3) m = p^k \;\; 4) m = 2p^k (\textit{в } 3), 4) \;\; p - \textit{нечетное простое})$$

Элементы кольца 0 и 1 всегда являются вычетами любой степени в кольце любого конечного порядка. Интерес представляет вопрос как устроены все вычеты, например, 5-ой степени? Есть ли то общее , что их объединяет? Ответ на этот вопрос дает следующая теорема.

Теорема 1 (Структура вычетов 5-ой степени в поле Zp).

Пусть Z_p– поле вычетов по простому нечетному модулю p. Пусть $g -$ произвольный порождающий элемент поля Z_p (хотя бы один такой элемент непременно существует так как $p -$ простое). Тогда:

1) $a = 0$ является вычетом пятой степени (так как существует очевидное решение $x = 0$: $0^5 = 0(\mathrm{mod\,p})$),

2) в случае все вычеты 5-ой степени имеют вид:

$$a_0 = 0,\; a_k = g^{НОД(p-1,5)*k} \;\; k = \overline{1, \frac{p-1}{НОД(p-1,5)}}.$$

3) количество вычетов равно

$$\frac{p-1}{НОД(p-1,5)}+1,$$

где прибавление 1 в формуле – это учет тривиального вычета 0.

Пример 1. Рассмотрим для примера кольцо по нечетному простому модулю Zp, количество образующих в Z_7 $\varphi(\varphi(m=7))=\varphi(6)=2$, найдем их.

Порождающие кольца это $\{3,5\}$:

$$\left\{3^1\equiv 3(\mathrm{mod}\,7), 3^2\equiv 2(\mathrm{mod}\,7), 3^3\equiv 6(\mathrm{mod}\,7), 3^4\equiv 4(\mathrm{mod}\,7), 3^5\equiv 5(\mathrm{mod}\,7)\right\}\Rightarrow g=2-образующий$$

$$\left\{5^1\equiv 5(\mathrm{mod}\,7), 5^2\equiv 4(\mathrm{mod}\,7), 5^3\equiv 6(\mathrm{mod}\,7), 5^4\equiv 2(\mathrm{mod}\,7), 5^5\equiv 3(\mathrm{mod}\,7)\right\}\Rightarrow g=5-образующий$$

Рассмотрим, например *образующий* $g=3$

$$\log_{g=3}(a=2)=\beta=2\Leftrightarrow 3^2\equiv 2(\mathrm{mod}\,7),\ \log_{g=3}(a=3)=\beta=1\Leftrightarrow 3^1\equiv 3(\mathrm{mod}\,7),\ \log_{g=3}(a=5)=\beta=5\Leftrightarrow 3^5\equiv 5(\mathrm{mod}\,7)$$

$$\log_{g=3}(a=1)=\beta=6\Leftrightarrow 3^6\equiv 1(\mathrm{mod}\,7),\ \log_{g=3}(a=4)=\beta=4\Leftrightarrow 3^4\equiv 4(\mathrm{mod}\,7),\ \log_{g=3}(a=6)=\beta=3\Leftrightarrow 3^3\equiv 6(\mathrm{mod}\,7)$$

По описанной выше теореме1 вычеты

$$НОД(p-1,5)=НОД(7-1,5)=НОД(6,1)=1$$

$$a_k=g^{НОД(p-1,4)*k}=g^{НОД(7-1,5)*k}=g^{1*k}\quad k=1,\overline{\frac{p-1}{НОД(p-1,5)}}=1,\overline{\frac{7-1}{НОД(7-1,5)}}=1,\overline{\frac{7-1}{1}}=\overline{1,6}$$

То есть вычеты, это: $a_{k=1}=g^{НОД(p-1,5)*k}=g^{1*1}=g^1=3^1\equiv 3(\mathrm{mod}\,7)$

$$a_{k=2}=g^{НОД(p-1,5)*k}=g^{1*2}=g^2=3^2\equiv 2(\mathrm{mod}\,7)$$

$$a_{k=3}=g^{НОД(p-1,4)*k}=g^{1*3}=g^3=3^3\equiv 6(\mathrm{mod}\,7)$$

$$a_{k=4}=g^{НОД(p-1,5)*k}=g^{1*4}=g^4=3^4\equiv 4(\mathrm{mod}\,7)$$

$$a_{k=5}=g^{НОД(p-1,4)*k}=g^{1*5}=g^5=3^5\equiv 5(\mathrm{mod}\,7)$$

$$a_{k=6}=g^{НОД(p-1,5)*k}=g^{1*6}=g^6=3^6\equiv 1(\mathrm{mod}\,7)$$

Следовательно, вычеты – это 3, 2, 6, 4, 5, 1, ну и, конечно, 0.

Рассмотрим, например *образующий* $g=5$

$$\log_{g=5}(a=2)=\beta=4\Leftrightarrow 5^4\equiv 2(\mathrm{mod}\,7),\ \log_{g=5}(a=3)=\beta=5\Leftrightarrow 5^5\equiv 3(\mathrm{mod}\,7),\ \log_{g=5}(a=5)=\beta=1\Leftrightarrow 5^1\equiv 5(\mathrm{mod}\,7)$$

$$\log_{g=5}(a=1)=\beta=6\Leftrightarrow 5^6\equiv 1(\mathrm{mod}\,7),\ \log_{g=5}(a=4)=\beta=2\Leftrightarrow 5^2\equiv 4(\mathrm{mod}\,7),\ \log_{g=5}(a=6)=\beta=3\Leftrightarrow 5^3\equiv 6(\mathrm{mod}\,7)$$

По теореме1 вычеты $НОД(p-1,5)=НОД(7-1,5)=НОД(6,2)=1$

$$a_k = g^{НОД(p-1,4)*k} = g^{НОД(7-1,5)*k} = g^{1*k} \quad k = \overline{1, \frac{p-1}{НОД(p-1,5)}} = \overline{1, \frac{7-1}{НОД(7-1,5)}} = \overline{1, \frac{7-1}{1}} = \overline{1,6}.$$

То есть вычеты, это:

$$a_{k=1} = g^{НОД(p-1,5)*k} = g^{1*1} = g^1 = 5^1 \equiv 5 (\mathrm{mod}\, 7)$$
$$a_{k=2} = g^{НОД(p-1,5)*k} = g^{1*2} = g^2 = 5^2 \equiv 4 (\mathrm{mod}\, 7)$$
$$a_{k=3} = g^{НОД(p-1,5)*k} = g^{1*3} = g^3 = 5^3 \equiv 6 (\mathrm{mod}\, 7)$$
$$a_{k=4} = g^{НОД(p-1,5)*k} = g^{1*4} = g^4 = 5^4 \equiv 2 (\mathrm{mod}\, 7)$$
$$a_{k=5} = g^{НОД(p-1,5)*k} = g^{1*5} = g^5 = 5^5 \equiv 3 (\mathrm{mod}\, 7)$$
$$a_{k=6} = g^{НОД(p-1,5)*k} = g^{1*6} = g^6 = 5^6 \equiv 1 (\mathrm{mod}\, 7)$$

То есть, это значит, опять получаем вычеты – это 5,4,6,2,3,1. И, конечно, 0. Это действительно так, как показывает строка вычислений:

$$\left\{0^5 \equiv 0 (\mathrm{mod}\, 7), 1^5 \equiv 1 (\mathrm{mod}\, 7), 2^5 \equiv 4 (\mathrm{mod}\, 7), 3^5 \equiv 5 (\mathrm{mod}\, 7), 4^5 \equiv 2 (\mathrm{mod}\, 5), 5^5 \equiv 3 (\mathrm{mod}\, 7), 6^5 \equiv 6 (\mathrm{mod}\, 7)\right\}$$

Источники

1. Критерий существования решений, количество решений, структура решений канонического неоднородного алгебраического уравнениястепени n в кольце вычетов с генераторами и свободным членом, взаимно простым с порядком Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Чернов С.В., Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К. Тенденции развития науки и образования. 2023. № 101-4. С. 114-117.

2. Обобщение метода Петрова-Галеркина для решения системы интегральных уравнений Фредгольма второго рода Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Карлов М.И., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2023. № 1 (60). С. 5-14.

УДК 621.313

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Петров Тимур Игоревич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
tobac15@mail.ru

Аннотация. Топологическая оптимизация является перспективным методом проектирования электрических машин, позволяющим снизить массу, потери и повысить эффективность работы синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ). В данной статье рассматривается математическая модель топологической оптимизации СДПМ, включающая многокритериальный анализ, использование метода конечных элементов и алгоритмы оптимизационных вычислений.

Ключевые слова: оптимизация, синхронные двигатели, постоянные магниты, моделирование

MODELING OF TOPOLOGICAL OPTIMIZATION OF SYNCHRONOUS MOTORS WITH PERMANENT MAGNETS

Petrov Timur I.
KSPEU, Kazan, Russia
tobac15@mail.ru

Annotation. Topological optimization is a promising method for designing electrical machines, which allows reducing the mass, losses and increasing the efficiency of synchronous motors with permanent magnets (PMSM). A comparative analysis of the efficiency of the optimized design with traditional solutions is carried out.

Keywords: optimization, synchronous motors, permanent magnets, modeling

Синхронные двигатели с постоянными магнитами (СДПМ) широко применяются в ветроэнергетике, электромобилях и промышленных приводах. Их преимущества включают высокий КПД, компактность и надежность. Однако высокая стоимость редкоземельных магнитов (NdFeB) и сложность проектирования требуют оптимизации конструкции.

Цель исследования – разработка математической модели топологической оптимизации ротора СДПМ с целью повышения КПД и уменьшения массы двигателя.

Математическое моделирование топологической оптимизации синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ) активно развивается для повышения их энергетической эффективности и снижения массы. В работах [1-2] рассмотрены методы оптимизации магнитных систем, включая использование генетических алгоритмов (NSGA-II) и методов конечных элементов (FEA), что позволяет снизить массу ротора на 15% при сохранении КПД на уровне 94%. В работах Ansys Electronics Desktop (2023) представлены подходы к моделированию тепловых и электромагнитных процессов, обеспечивающие стабильность работы при температурах до 120°C. Российские проекты, такие как «НоваВинд» (Росатом), акцентируют внимание на адаптации СДПМ для Arctic-условий, что подтверждает актуальность разработки отечественных технологий.

Задачи исследования:

– разработка математической модели топологической оптимизации [1];

– реализация метода конечных элементов (МКЭ) для анализа магнитного поля [2, 3];

– проведение вычислительного эксперимента и сравнительный анализ с традиционной конструкцией.

В основе топологической оптимизации лежит задача максимизации целевой функции при ограничениях на конструктивные параметры [4]. Пусть функционал *J(x)* описывает КПД двигателя, а переменные *x* определяют распределение материала в роторе. Тогда задача формулируется как:

$$\max J(x) = \frac{\mathrm{P}_{\text{полезн}}}{\mathrm{P}_{\text{потребл}}}, 0 \le \mathrm{x}_i \le 1, \quad (1)$$

где x_i – бинарные или непрерывные переменные, задающие наличие материала в данной области.

Ограничения:

1. Ограничение по массе ротора:

$$\sum_i x_i V_i \le \mathrm{M}_{\text{макс}}$$

2. Ограничение по магнитной индукции:

$$\mathrm{B}_{\text{макс}} \le \mathrm{B}_{\text{допуст}}$$

3. Ограничение по механической прочности:

$$\sigma_{\text{макс}} \le \sigma_{\text{допуст}}$$

Для решения используется метод плотностной фильтрации (SIMP), который сглаживает распределение материала и позволяет находить оптимальные формы.

Для расчета магнитного поля используется уравнение Пуассона:

$$\nabla \cdot (\mu^{-1} \nabla \mathrm{A}) = J, \qquad (2)$$

где A – магнитный потенциал, μ– магнитная проницаемость материала, J – плотность тока. Решение производится численно с использованием ПО Elcut.

Для реализации алгоритма необходимо реализовать следующие этапы:

1. Определить все входящие параметры, такие как геометрические размеры СДПМ, свойства материалов и т.д.

2. Провести расчет целевой функции, в данном случае на базе МКЭ.

3. Обновление структуры ротора с использованием градиентных методов.

4. Проверка сходимости.

Для базового и оптимизированного вариантов ротора были рассчитаны карты распределения магнитной индукции. Оптимизированный ротор обеспечивает более равномерное распределение поля, что снижает локальные насыщения и уменьшает потери.

Таблица 1. Параметры до и после оптимизации

Параметр	**Базовый СДПМ**	**Оптимизированный СДПМ**
Масса ротора, кг	12,5	10,2
КПД, %	92,3	94,8
Потери, Вт	550	420
Плотность магнитного потока, Т	1,8	1,6

В таблице 1 представлено сравнение ключевых параметров синхронного двигателя с постоянными магнитами до и после топологической оптимизации.

1. Масса ротора

После топологической оптимизации удалось уменьшить массу на 18%, перераспределив материал в активных зонах. Это особенно важно для электротранспорта, где снижение массы двигателя способствует повышению энергоэффективности системы.

2. КПД двигателя увеличился с 92.3% до 94.8%.

3. Потери в двигателе

Общие потери снизились с 550 Вт до 420 Вт (на 24%). Основное уменьшение связано с сокращением потерь на гистерезис и вихревые токи в активных частях ротора.

4. Плотность магнитного потока

Оптимизация позволила снизить максимальную плотность магнитного потока с 1.8 Т до 1.6 Т, что предотвратило насыщение магнитной системы и повысило ее эффективность.

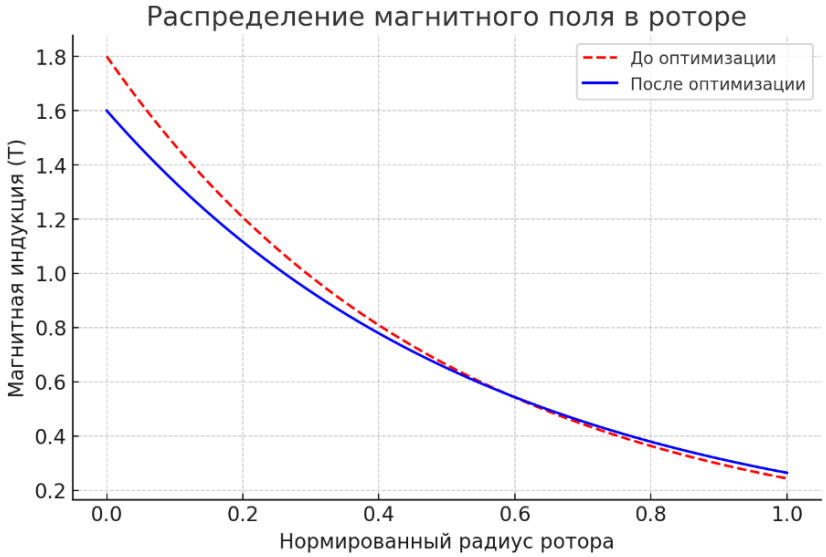


Рис. 1. Распределение магнитного поля в роторе

На графике показано распределение магнитной индукции *B* в роторе СДПМ до и после топологической оптимизации.

До оптимизации в центральной части ротора и вблизи магнитов наблюдается высокая концентрация магнитной индукции (до 1.8 Т). На периферии ротора наблюдается резкое снижение магнитной индукции, что указывает на неравномерное распределение магнитного потока. Возникают области локального насыщения материала, что приводит к дополнительным потерям и перегреву.

После оптимизации максимальная индукция снижена до 1.6 Т, что уменьшает вероятность магнитного насыщения. Поток распределяется более равномерно, что снижает потери на вихревые токи.

Оптимизированная конструкция ротора позволяет снизить магнитные потери, обеспечивая более эффективное использование активного материала.

В данной работе разработана математическая модель топологической оптимизации ротора СДПМ, реализованная с использованием метода конечных элементов. Полученные результаты демонстрируют, что применение топологической оптимизации позволяет:

– снизить массу двигателя на 18%;

– уменьшить потери на 24%;

– повысить КПД на 2,5%.

Данный метод может быть применен при разработке высокоэффективных электрических машин для транспортных и промышленных систем.

В будущем планируется:

– разработка расширенной модели, учитывающей тепловые эффекты и механические напряжения в роторе.

– практическая проверка результатов на опытном образце двигателя.

Таким образом, применение методов топологической оптимизации открывает новые возможности для повышения энергоэффективности электродвигателей, сокращая потери, уменьшая вес и улучшая эксплуатационные характеристики.

Источники

1. Petrov, T. Theoretical aspects of optimization synchronous machine rotors / T. Petrov, A. Safin // E3s Web of Conferences, Prague, Czech Republic, 14–15 мая 2020 года. Vol. 178. – Prague, Czech Republic: EDP Sciences, 2020. P. 01049. DOI 10.1051/e3sconf/202017801049.

2. Adaptive control system of the pumping unit / A. N. Tsvetkov, A. R. Safin, I. V. Ivshin [et al.] // International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. Vol. 8, № 5 Special Issue 3. P. 289-291. DOI 10.35940/ijeat.E1064.0785S319.

3. The use of a digital controller in the loading system of the test bench to improve the accuracy of simulating the modes of oil pumping units / T. Petrov, V. Kornilov, A. Safin [et al.] // E3S Web of Conferences, Saint-Petersburg, 29–30 октября 2020 года. Vol. 220. Saint-Petersburg: EDP Sciences, 2020. P. 01072. DOI 10.1051/e3sconf/202022001072.

4. Thermal Model of a Linear Electric Machine / A. Safin, A. Kopylov, R. Gibadullin [et al.] // Proceedings – 2019 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency, SUMMA 2019, Lipetsk, 20–22 ноября 2019 года. Lipetsk: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. P. 426-428. DOI 10.1109/SUMMA48161.2019.8947532.

УДК 539.3+004.92

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕСТАЦИОНАРНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ РАЗНОМОДУЛЬНОЙ УПРУГОЙ СРЕДЫ

Полеся Виталий Александрович[1], Дудко Ольга Владимировна[1,2], Лаптева Анастасия Александровна[1,2]
[1]ДВФУ, Владивосток, Россия
[2]ИАПУ ДВО РАН, г. Владивосток, Россия
polesia.va@dvfu.ru

Аннотация. Работа посвящена созданию программного средства для сопровождения научных исследований в механике деформирования твердого тела. Объектом исследования выбрана разномодульная изотропно-упругая среда. Предметом исследования являются процессы распространения волн упругих деформаций при различных режимах одноосного нагружения такого материала. Программа разрабатывается с целью полной автоматизации решения задач предметной области с учетом эффектов взаимодействия волн деформаций.

Ключевые слова: математическое моделирование, компьютерное моделирование, разномодульная упругая среда, нестационарное одномерное деформирование, волна деформаций.

DEVELOPMENT OF A PROGRAM TO SUPPORT SCIENTIFIC RESEARCH OF NON-STATIONARY DEFORMATION OF A MULTI-MODULAR ELASTIC MEDIUM

Polesia Vitaly Aleksandrovich[1], Dudko Olga Vladimirovna[1,2], Lapteva Anastasia Aleksandrovna[1,2]
[1]FEFU, Vladivostok, Russia
[2]IACP FEB RAS, Vladivostok, Russia
polesia.va@dvfu.ru

Abstract. The work is devoted to the creation of a software tool to support scientific research in the mechanics of solid state deformation. The object of research is a multi-modular isotropic-elastic medium. The subject of the study is the processes of elastic deformation wave propagation under different modes of uniaxial loading of such material. The program is developed with the purpose of full automation of the solution of problems of the subject area taking into account the effects of interaction of deformation waves.

Keywords: mathematical modeling, computer modeling, multimodular elastic medium, unsteady one-dimensional deformations, deformation wave.

Многие природные и искусственные материалы (горные породы, бетоны, композиты, сплавы и др.) имеют разное сопротивление растяжению и сжатию в области упругих деформаций и сильную физическую нелинейность (практически сингулярность) в окрестности свободного состояния. Изучение механического поведения таких материалов требует комплексного подхода. Помимо физических экспериментов, проводятся теоретические исследования, связанные с объемными аналитическими вычислениям и применением численных методов. Для учета разномодульности используются специальные математические модели, а современные вычислительные технологии позволяют повысить точность численных расчетов и автоматизировать моделирование.

Целью настоящей работы является разработка программы для поддержки научных исследований динамики деформирования разномодульных материалов при различных режимах нестационарного граничного нагружения. При этом основным требованием к программному средству является полная автоматизация вычислительного процесса без необходимости внешнего вмешательства. В вычислительное ядро заложены соотношения модели разномодульной упругой среды Мясникова-Олейникова [1]. Решение нестационарных краевых задач одноосного деформирования предлагается строить с помощью модифицированной версии рекурсивного алгоритма [2], учитывающего столкновения волновых фронтов.

Модельные соотношения

Для описания сингулярного поведения разномодульной среды используем модель [1] с упругим потенциалом W:

$$W(E_1, E_2) = 0.5\lambda E_1^2 + \mu E_2 - \nu E_1\sqrt{E_2}, \qquad E_1 = \mathrm{tr}(e), \qquad E_2 = \mathrm{tr}(e^2). \quad (1)$$

В (1) E_1 и E_2 – инварианты тензора малых деформаций e, λ и μ – коэффициенты линейной части модели, сопоставимые с параметрами Ламе, неаналитическое слагаемое с коэффициентом ν отвечает за разномодульность.

Уравнение движения среды [1] с упругим потенциалом (1) в одномерном случае имеет вид:

$$\big(c(e)\big)^2 u_{xx} = \dot{\mathrm{v}}, \qquad c(e) = \begin{cases} a = \sqrt{(\lambda + 2\mu + 2\nu)/\rho}\,, & e < 0, \\ b = \sqrt{(\lambda + 2\mu - 2\nu)/\rho}\,, & e > 0, \end{cases} \quad (2)$$

где $c(e)$ – характеристическая скорость, зависящая от знака деформации ($e < 0$ – сжатие, $e > 0$ – растяжение). При $\nu > 0$ справедливо неравенство $a > b$.

При не дифференцируемых краевых условиях (например, ступенчатом или знакопеременном нагружении) в решении уравнения (2) возникают сильные

разрывы – скачки первых производных перемещения. Такое решение называется обобщенным [4]. Для связи состояний среды на фронте сильного разрыва $x = S(t)$ используются условия Гюгонио [3]:

$$u^+(S,t) = u^-(S,t), \tag{3}$$

где плюсом и минусом отмечены значения в малых окрестностях впереди и позади фронта $S(t)$ соответственно.

Согласно [3], выделяют три типа сильных разрывов (волн деформаций): полусигнотон γ $(e^+e^- = 0)$, простой разрыв ξ $(e^+e^- > 0)$ и ударная волна Σ $(e^+e^- < 0)$. В разномодульной среде полусигнотоны и простые разрывы распространяются со скоростями быстрых и медленных характеристик уравнения (2): $\dot{\gamma}_a = \dot{\xi}_a = a$, $\dot{\gamma}_b = \dot{\xi}_b = b$, скорость ударной волны $\dot{\Sigma} \in (b;a)$. Из-за разницы скоростей разнотипные волны деформаций могут сталкиваться не только встречно, но и попутно. Учет таких взаимодействий повышает точность численного моделирования и позволяет обнаруживать новые специфические эффекты динамики упругих деформаций разномодульных сред.

Автоматизация решения нестационарной краевой задачи

Обобщенное решение задачи нестационарного деформирования разномодульной упругой среды с уравнением движения (2) строится при заданных начальных и граничных условиях. В [2] показано, что граничное условие в форме линейного сплайна (как, например, на рис. 1) упрощает моделирование динамики деформаций разномодульной среды, сохраняя при этом ее характерные особенности (движение волн с разными скоростями, возникновение жестких слоев, встречные и попутные столкновения волновых фронтов и т. д.).

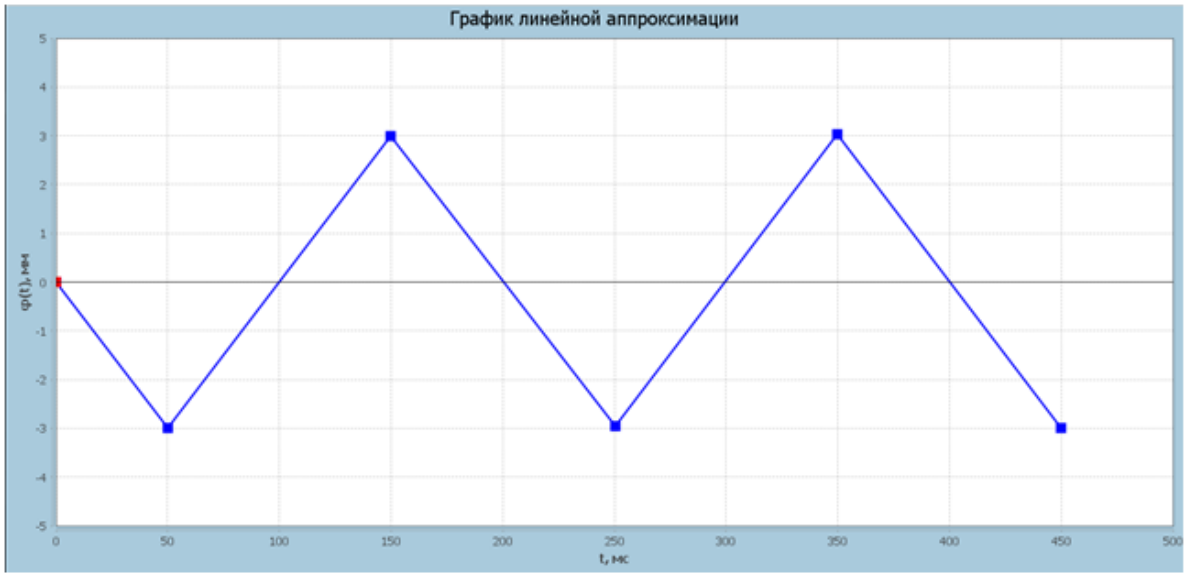


Рис. 1. Заданное граничное перемещение при циклическом одноосном растяжении-сжатии

Если граница разномодульного полупространства движется в кусочно-линейном режиме, подобном показанному на рис. 1, то решение краевой задачи для уравнения (2) также является кусочно-линейной функцией перемещения $u(x,t)$. Фронты сильных разрывов разделяют функцию $u(x,t)$ на линейные сегменты $u_i(x,t)$. Каждое локальное решение $u_i(x,t)$ возникает в определенный момент времени $\tau_i > 0$ и существует в интервале $x \in \delta_i$, который может исчезнуть за счет столкновения фронтов при дальнейшей эволюции волновой картины. Волны деформаций являются подвижными границами интервала δ_i.

Появление нового локального решения при $t = \tau_i$ происходит в результате одного из событий:

(а) изменение скорости движения границы,

(б) падение волны на границу полупространства,

(в) встречное или попутное столкновение волн.

Рекурсивный алгоритм построения цепочки локальных решений с учетом событий (а), (б), (в) подробно описан в [2] и реализован в [4]. Каждый шаг алгоритма [2] включает три теоретических этапа: прогноз сценария эволюции волновой картины, проверку корректности построенного численного решения и его корректировку (при необходимости). Все эти этапы до настоящего времени выполнялись вручную либо в полуавтоматическом режиме [4] (с остановкой и перезапуском программы в некоторых особых случаях). Для полной автоматизации процесса решения аналитические этапы необходимо исключить из программной реализации.

Для этого предлагается модифицировать рекурсивный алгоритм [2] таким образом, чтобы все неизвестные величины i-го локального решения определялись из замкнутой системы нелинейных уравнений, включающей постоянную и вариативную части. Постоянная часть строится из условий непрерывности перемещений (первое равенство (3)), вариативная часть – из динамических условий совместности разрывов (второго равенства (3)) на границах интервала δ_i. Форма соотношений вариативной части системы зависит от причины возникновения локального решения (т. е. от того, какое из перечисленных событий (а), (б) или (в) произойдет в момент времени τ_i на i-ой итерации алгоритма). Прогноз очередного события должен проводиться автоматически на основе анализа текущей волновой картины. Таким образом, на каждой итерации модифицированного алгоритма программа сначала выбирает событие-инициатор нового локального решения, строит соответствующую этому событию систему нелинейных уравнений, решает ее, в затем проводит проверку и при необходимости – корректировку. Предложенная схема моделирует эволюцию волновой картины с учетом всех возможных сценариев очередности событий (а)-(в).

В работе предложена модификация алгоритма решения задачи моделирования одномерной динамики одноосного нагружения разномодульного упругого полупространства, позволяющая полностью автоматизировать вычислительный процесс. Программная реализация модифицированного алгоритма предполагает, что весь обмен информацией с пользователем заключается в задании формы граничного условия и получении готового решения краевой задачи в графическом или числовом формате.

Источники

1. Мясников В. П., Олейников А. И. Основы механики гетерогенно-сопротивлющихся сред. Владивосток: Дальнаука, 2007. 172 с.

2. Дудко О. В., Лаптева А. А., Рагозина В. Е. Нестационарные одномерные динамические задачи разномодульной упругости с кусочно-линейной аппроксимацией краевых условий // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. 2019. № 4. С. 37-47. DOI 10.15593/perm.mech/2019.4.04.

3. Маслов В. П., Мосолов П. П. Общая теория уравнений движения разномодульной упругой среды // Прикладная математика и механика. 1985. Т. 49, вып. 3. С. 419–437.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024687947 Российская Федерация. BIM-dynamics – программа для поддержки научных исследований динамики одномерных деформаций разномодульных упругих сред: № 2024687077: заявл. 11.11.2024: опубл. 22.11.2024 / О. В. Дудко, В. А. Полеся, А. А. Лаптева; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

УДК 519.8

РЕПЕРТУАРНЫЕ РЕШЕТКИ, ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Полусмак А. А., Телешева Н. С. Абрамов А. Л.
ДВФУ, г. Владивосток, Россия
polusmak.aa@dvfu.ru

Аннотация. В статье рассматривается технология репертуарных решеток (РР) как инструмент для анализа и структурирования документов стратегического планирования. Описываются этапы извлечения значимых элементов из документов, их структурирование и последующий анализ с использованием различных методов обработки данных. Применение этого подхода позволяет оптимизировать обработку текстов, создавать метаданные, улучшать прогнозирование и взаимодействие систем искусственного интеллекта (ИИ) с текстовыми данными, что способствует развитию экономики данных и интеграции технологий ИИ.

Ключевые слова. репертуарная решетка, структурно-функциональный анализ, кластерный анализ, графовые модели, искусственный интеллект, экономика данных, интеллектуальные системы.

THE APPLICATION OF REPERTORY GRID TECHNOLOGY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN STRATEGIC PLANNING

Polusmak A. A., Telesheva N. S., Abramov A. L.
FEFU, Vladivostok, Russia
polusmak.aa@dvfu.ru

Abstract: This article examines the repertory grid (RG) technique as a tool for analyzing and structuring strategic planning documents. It describes the stages of extracting significant elements from the documents, their structuring, and subsequent analysis using various data processing methods. The application of this approach allows for optimizing text processing, creating metadata, improving forecasting, and enhancing the interaction of artificial intelligence (AI) systems with textual data, which contributes to the development of the data economy and the integration of AI technologies.

Keywords: repertory grid, structural-functional analysis, cluster analysis, graph models, artificial intelligence, data economy, intelligent systems.

Актуальность. К 2025 году российская экономика и общество претерпели серьезные изменения, что неизбежно отразилось на процессах стратегического планирования. Новые вызовы требуют гибкости, переосмысления устоявшихся

подходов и поиска решений, способных обеспечить устойчивость в быстро меняющейся среде. Указом Президента РФ № 309 от 07.05.2024 определены семь новых национальных целей развития России до 2030 года и на перспективу до 2036 года, а Правительством РФ от 09.01.2025 утверждён единый план (ЕП) для их достижения, в котором особое внимание уделяется обеспечение технологической независимости и формирования новых рынков в таких сферах, как экономика данных и искусственный интеллект (ИИ). Основной акцент сделан на цифровую трансформацию государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы через ускоренное внедрение технологий обработки больших объемов данных, машинного обучения и ИИ [1].

В настоящее время нормативной основой государственного управления на федеральном, региональном и муниципальном уровне является Федеральный Закон от 28.06.2014 года №172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации». Данный документ создал условия для совершенствования методического обеспечения стратегического планирования.

В результате в первые пять лет было разработано 94 стратегических документа федерального уровня, 2 172 стратегических плана на уровне субъектов федерации, 52 725 стратегических программы городов и муниципальных образований. В системе стратегических документов заложено свыше 450 тыс. различных показателей, для работы над которыми задействовано более 24 тыс. человек. Ежегодные расходы на обеспечение стратегического планирования на всех уровнях власти превышают 5 млрд. руб. Однако качество этих документов по-прежнему недостаточно для перехода к системе непрерывного планирования, что обусловливает необходимость пересмотра и совершенствования существующих методик.

В связи с этим Советом Федерации России поставлена задача санации системы стратегического планирования страны. Важным элементом санации является переход от «оборота документов» к «обороту данными», намеченный в рамках создания единой платформы и применения ИИ в сфере стратегического планирования РФ в период до 2030 г.

Цель исследования – разработать и реализовать методы и подходы анализа сетей социально-экономического прогнозирования и планирования с использованием репертуарных решеток (РР), как части формирования экономики данных, ускоренного развития и внедрения технологий ИИ для санации стратегических документов развития Арктики и Дальнего Востока.

Техника РР, предложенная Дж. Келли, применяется для анализа восприятия и интерпретации информации. В его основе лежит классификация объектов по конструктивным схемам, сформированным индивидуальным восприятием. Использование этого метода в анализе документов позволяет выявлять скрытые структуры и взаимосвязи в тексте, что делает его

эффективным для обработки больших объемов информации. Данный метод находит применение в стратегическом планировании, проектном управлении и психологии. В управлении проектами он помогает систематизировать задачи, цели и риски, обеспечивая более глубокий анализ сложных проектных ситуаций. Кроме того, этот метод помогает эффективно структурировать основные элементы проекта: задачи, этапы реализации и риски, а также выявлять их взаимные связи. [2]

Рассмотрим применение технологии РР для анализа стратегических документов развития Арктики и Дальнего Востока, выявления их ключевых смысловых структур и дальнейшего использования в системах управления данными и ИИ. На первом этапе были отобраны основные документы для анализа, определены ключевые тематические направления, пересечения между различными источниками, а также проблемные области, требующие более глубокого изучения.

Далее для построения матрицы анализа текстов методом РР было необходимо определить две ключевые составляющие: элементы и конструкты.

Элементы представляли собой ключевые смысловые блоки текстов, отражающие основные темы, категории или фрагменты информации, подлежащие анализу. В зависимости от типа документа это могли быть, например, направления государственной политики, стратегические инициативы, экономические показатели или выявленные проблемные зоны.

Конструкты, в свою очередь, выступали критериями оценки элементов. Они формировались в виде биполярных шкал, где каждая пара полюсов отражала противоположные характеристики анализируемого аспекта. Например, для документов, посвященных экономическому развитию, возможные конструкты включали «высокая экономическая устойчивость» / «низкая экономическая устойчивость» или «инновационный потенциал региона» / «отсутствие инновационных инициатив». Для обеспечения точности отбора конструктов в исследование могут привлекаться эксперты соответствующих областей. Их мнение учитывается как на этапе предварительного анализа текстов, так и при уточнении значимых характеристик. В отдельных случаях проводится анкетирование или интервью с представителями целевых групп, что позволяет выявить наиболее релевантные конструкты для конкретного контекста.

После окончательного определения конструктов и элементов они были сведены в матрицу. В этой структуре строки соответствовали конструктам, а столбцы — элементам. Заполнение матрицы осуществлялось путем оценки элементов по заданным конструктам с применением пятибалльной шкалы: если элемент полностью соответствовал одному из полюсов конструкта, ему присваивалось значение 5, при соответствии противоположному полюсу — 1. В

случаях частичного соответствия использовались промежуточные оценки 2, 3 или 4, отражающие степень близости к тому или иному полюсу. Такой подход позволил учитывать градиентные различия между крайними значениями, обеспечивая более точное представление взаимосвязей внутри текстового массива. В результате была сформирована оценочная решетка.

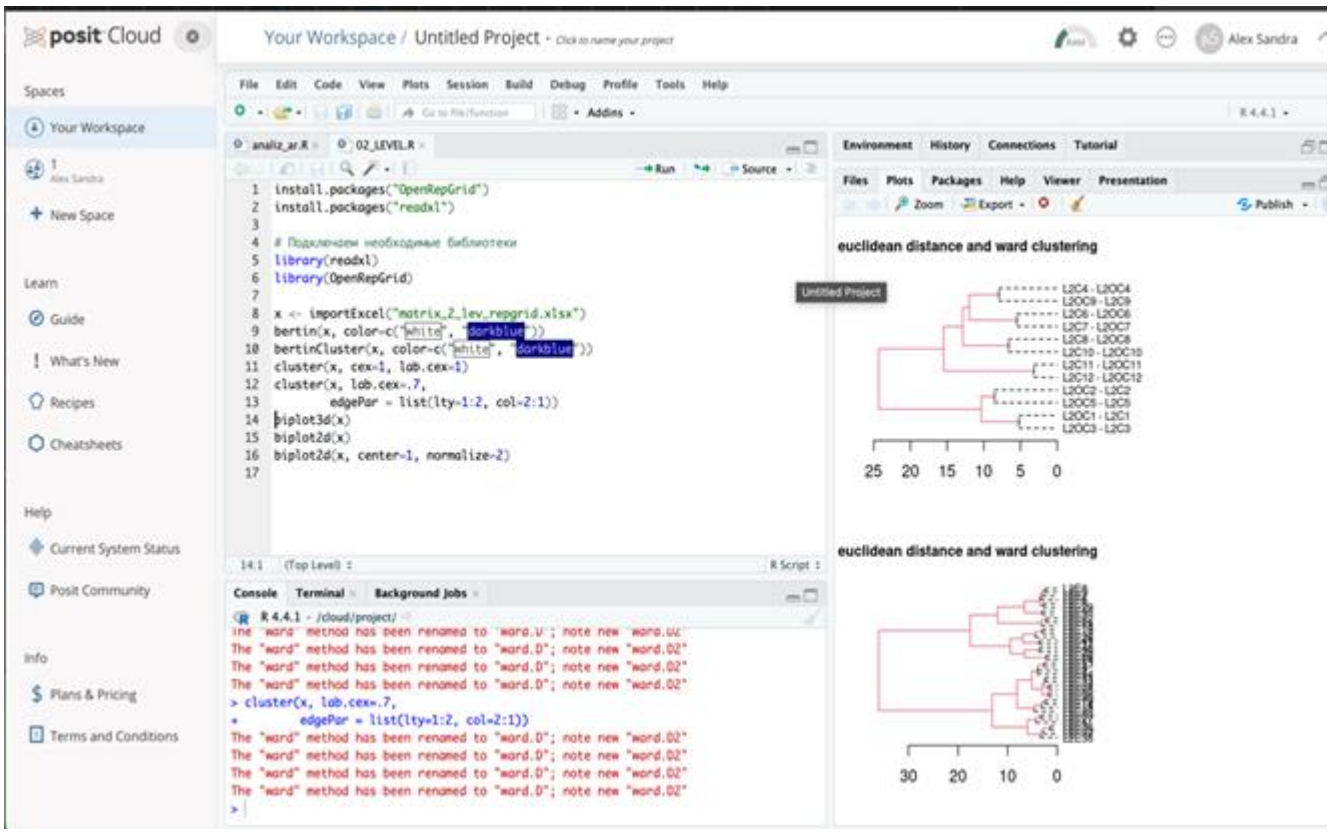


Рис. 1. Интерфейс RSTUDIO OpenRepGrid

Следующий шаг – анализ полученной РР. Полученные элементы и конструкты оформляются в виде таблицы Excel в соответствии с шаблоном, указным на сайте разработчика, а затем данная таблица загружаются в OpenRepGrid, интерфейс программы изображен на рис. 1. Данный инструмент применяется для визуализации структуры РР и предварительного изучения взаимосвязей между конструкциями.

Алгоритм иерархической восходящей классификации позволяет сгруппировать элементы с похожими характеристиками и построить дендрограмму, наглядно отображающую структуру данных. Такой подход помогает выявить скрытые закономерности, выделить ключевые конструкты и определить их иерархию.

Далее строится сетевая модель представления конструктов, где конструкты и их взаимосвязи отображают в виде графовой модели: вершины соответствуют конструктам, а связи между ними отражают логические отношения. Этот метод визуализации позволяет выявить сложные сети

взаимосвязей и зависимостей, что способствует более глубокому пониманию структуры данных.

После анализа полученной решетки можно выделить кластеры – группы элементов, схожих по характеристикам. В результате выделяются закономерности и связи между различными аспектами текста, а также выявляются более высокоуровневые конструкты, которые могут являться следствием взаимодействия элементов на более глубоком уровне иерархии [3].

В дальнейшем результаты исследования будут интегрированы в системы управления данными для отслеживания истории и динамики формирования стратегических документов, а также для анализа мнений различных экспертов, которые их создавали. На заключительном этапе планируется внедрение структурированных данных в системы ИИ, где конструкты станут основой для обучения NLP-моделей и алгоритмов автоматизированного принятия решений.

Первые результаты показывают, что метод РР может быть полезен для работы со слабоструктурированной информацией. Выделенные конструкты позволяют формировать метаданные, онтологии, интеллектуальные поисковые системы и предсказательные модели, что открывает перспективы автоматизации обработки данных в различных предметных областях.

Таким образом, методология РР обладает значительным потенциалом для разработки интеллектуальных систем обработки текстов, создания экспертных решений и совершенствования технологий ИИ.

Источники

1. Официальное опубликование правовых актов. [Электронный ресурс]. URL: https:// pravo.gov.ru/ (дата обращения: 25.03.2025).

2. Стюарт В. Business Applications of Repertory Grid / В. Стюарт, А. Стюарт. Лондон: McGraw-Hill, 1981. 211 с.

3. OpenRepGrid: An R Package for the Analysis of Repertory Grid Data [Электронный ресурс]. URL: https://docs.openrepgrid.org/ (дата обращения: 23.03.2025).

УДК 623.762

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИДЕНТИФИКАЦИИ САМОЛЕТОВ ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ РАЗЛИЧНЫХ ГОСУДАРСТВ СПОСОБОМ КРУГОВОГО СКАНИРОВАНИЯ ИХ ОПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ЗНАКОВ

Попов Иван Андреевич, Коновальцев Эдуард Валерьевич
ФГКВОУ ВО «КВВАУЛ», г. Краснодар, Россия
ed-lenchik@mail.ru

Аннотация. В статье представлена программа, реализующая определение принадлежности самолета к военно-воздушным силам конкретного государства. Для выполнения задачи идентификации предложен способ кругового сканирования изображения опознавательного знака самолета, расположенного на самолете (на фюзеляже, крыле или киле самолета). Принцип и средства получения изображения опознавательного знака в данной работе не рассматривается, изложены только основные этапы работы способа сканирования с самим изображением знака самолета.

Ключевые слова: государственная принадлежность, самолет, способ кругового сканирования изображения.

MATHEMATICAL MODEL OF IDENTIFICATION OF AIRCRAFT OF THE AIR FORCES OF VARIOUS STATES BY CIRCULAR SCANNING OF THEIR IDENTIFICATION MARKS

Popov Ivan Andreevich, Konovaltsev Eduard Valerevich
KHMASP, Krasnodar, Russia
ed-lenchik@mail.ru

Abstract. The article presents a program that implements the determination of an aircraft's affiliation with the air forces of a specific state. To perform the identification task, a method of circular scanning of the image of the aircraft identification mark located on the aircraft (on the fuselage, wing or vertical stabilizer of the aircraft) is proposed. The principle and means of obtaining the image of the identification mark are not considered in this work; only the main stages of the scanning method with the image of the aircraft mark itself are described.

Key words: nationality, aircraft, circular image scanning method.

Опознавательные знаки военно-воздушных сил – символы, наносимые на фюзеляж, крыло, киль самолетов, вертолетов и других летательных аппаратов, принадлежащих военно-воздушным силам с целью указания их государственной

принадлежности [1]. Опознавательные знаки в основном имеют круглую форму (рондель) и повторяют мотивы государственных флагов. Более 200 государств имеют в своих вооруженных силах авиацию, поэтому многообразие данных символов говорят о том, что автоматизация их идентификации намного упростит задачу определения государственной принадлежности самолета.

В работе рассмотрим лишь часть знаков (рис. 1, поз. 1), а внимание акцентируем на исследовании возможности применения способа кругового сканирования изображения (КСИ), реализованного в прикладной программе [2], для выполнения задачи идентификации.

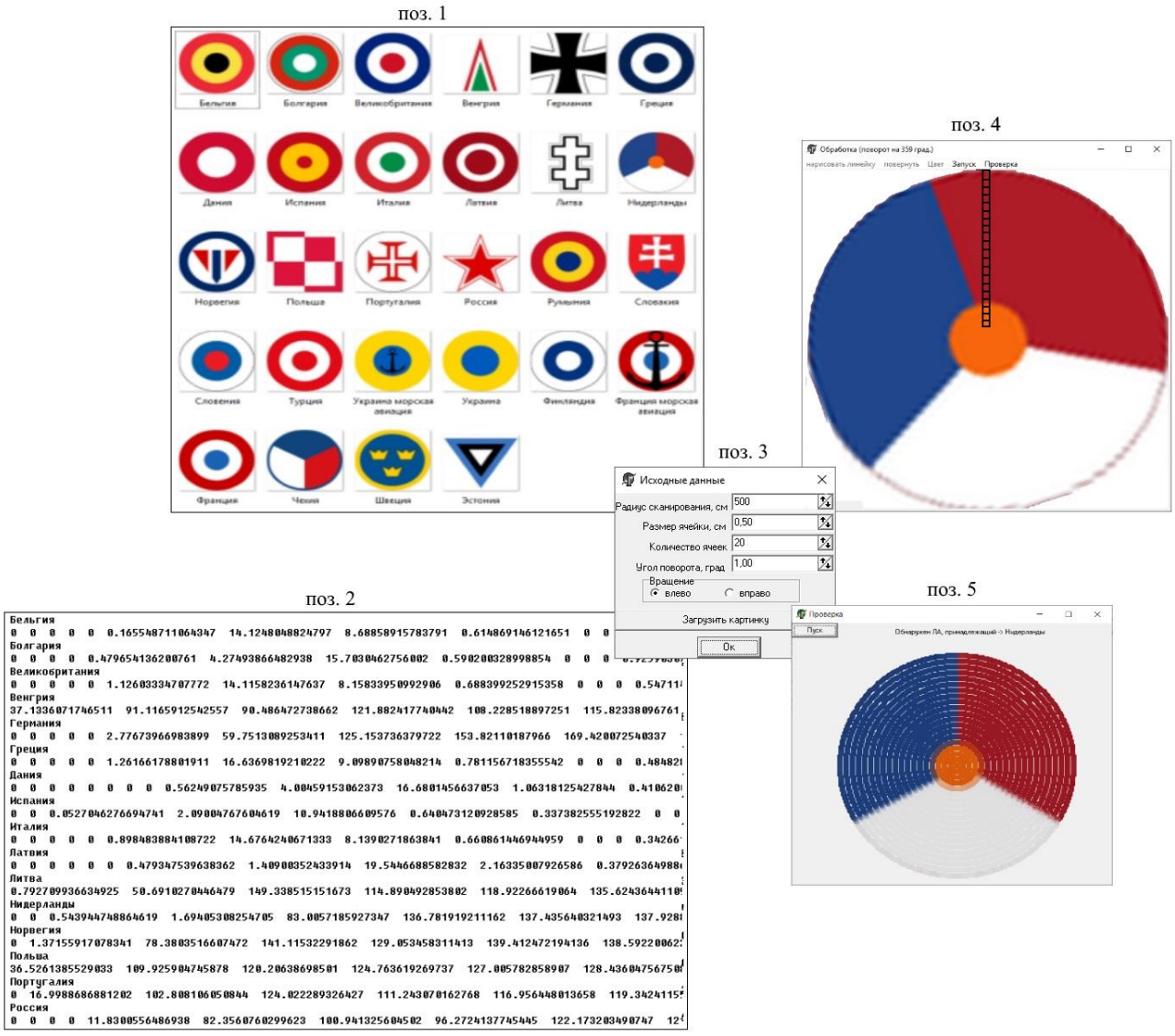


Рис. 1. Элементы программной реализации способа КСИ

Работа программы подразделяется на ряд этапов:

– ввод исходных данных (см. рис. 1, поз. 1 и поз. 3);

– КСИ (расчет среднеквадратическое отклонение (СКО) значений усредненных составляющих цвета RGB в элементах линейки сканирования, см. рис. 1, поз. 4);

– сравнение путем вычитания полученных значений СКО и перебираемых в базе данных (см. рис. 1, поз. 2);

– вывод результата сравнения – идентификация государственной принадлежности (выбран знак Нидерландов (см. рис. 1, поз. 1 и поз. 4), он же и идентифицирован (см. рис. 1, поз. 5)).

После выбора соответствующих настроек (рис. 1, поз. 3), формируется линейка квадратных областей считывания изображения при круговом сканировании, при этом в каждой области происходит разложение цвета на усредненные числовые значения составляющих цвета RGB (рис. 1, поз. 4). В данном случае выбрана линейка из 20 квадратов (см. рис. 1, поз. 3 и поз. 4).

По каждому из двадцати массивов, полученных при сканировании изображения, рассчитывается СКО значений составляющих цвета по следующей логике:

$$RGB_\sigma[i] = \sqrt{R_\sigma^2[i] + G_\sigma^2[i] + B_\sigma^2[i]}, \quad (1)$$

где $RGB_\sigma[i]$ – СКО цветов RGB в i-том элементе линейки при повороте на 360°, $R_\sigma[i]$, $G_\sigma[i]$, $B_\sigma[i]$ – СКО соответствующего цвет R-, G-, B- в i-том элементе линейки при повороте на 360°, i – количество элементов в линейке сканирования (от 1 до 20).

После завершения процесса сканирования происходит сравнение полученных 20 значений СКО со значениями базы данных путем получения разности этих значений. Минимальное значение разности соответствует названию идентифицируемого знака. Результат процесса сравнения представлен на рис. 1, поз. 5.

База данных (рис. 1, поз. 2) представляет собой название объекта и 20 столбцов значений СКО составляющих RGB. База данных формируется предварительно, по логике (1).

Разработанная программа также может быть использована в интересах учебного процесса для формирования знаний по определению принадлежности самолета к военно-воздушным силам различных государств и умению их различать.

Достоинством программы является возможность её интеграции в модульные объектно-ориентированные динамические учебные среды (например, LMS Moodle) [3]. Кроме того, реализованные в программе идеи распознавания лежат в основе работы современных радиоэлектронных следящих систем, что позволяет использовать программу при проведении занятий по соответствующим дисциплинам [4–7].

Источники

1. Опознавательные знаки военно-воздушных сил [Электронный ресурс]. URL: http://wikipedia.org/wiki/Опознавательные_знаки_военно-воздушных_сил (дата обращения: 21.02.25).

2. Колесников И.А., Коновальцев Э.В., Куприянов Н.А. Программная реализация распознавания летательного аппарата по его силуэту способом кругового сканирования изображения // Технологии получения и обработки информации о динамических объектах и системах: Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции. Москва: ФГБНУ «Экспертно-аналитический центр», 2024. С. 108-116.

3. Беловодский Ю.П., Коновальцев Э.В., Мирошников И.И. Модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда (LMS Moodle) как система управления самостоятельной работой курсанта в режиме реального времени // Интеграция науки и образования в системе подготовки военных специалистов: Сборник научных трудов по материалам III Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2022. С. 17-24.

4. Общая электротехника и электроника: учебник / И. И. Снытkин, В. И. Медведев, Г. И. Захаренко [и др.]. Краснодар: Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова, 2022. 256 с.

5. Радиоэлектронное оборудование воздушных судов / В. И. Медведев, И. И. Снытkин, И. Е. Афонин, Э. В. Коновальцев. Том 1. Краснодар: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова» Министерства обороны Российской Федерации, 2023. 249 с.

6. Мирошников И.И., Коновальцев Э.В., Хлонь Е.П. Электронное учебное пособие «Авиационное оборудование самолета Су-30СМ» // Межвузовский сборник научных трудов: сборник статей. Краснодар: КВВАУЛ, 2020. С. 143-148.

7. Медведев В.И. ОПК и система военного образования: неотъемлемая часть военной организации государства // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2018. № 2. С. 323-326.

УДК 621.73.09

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРЕЗКИ ОБЛОЯ ПОСЛЕ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

Преображенский Евгений Владимирович, Галкин Виктор Иванович, Маркелов Егор Евгеньевич
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия
markelov.egor2013@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с особенностями проведения математического моделирования процесса обрезки облоя при помощи метода конечных элементов. На примере поковки «Переходник» из стали 08Х18Н10 продемонстрировано, что подготовленная модель оснастки с учетом выбранной технологической схемы позволяет получить достаточно подробные результаты о распределении напряжений и степени износа рабочих кромок обрезной матрицы. Кроме того, в программном обеспечении QForm выполнено прогнозирование величины остаточного облоя, тем самым осуществлена проверка правильности проектирования оснастки и соответствия поковки требованиям стандартов. Данные проведенного исследования будут полезны для инженеров-технологов при разработке штампов для обрезки облоя.

Ключевые слова: горячая объемная штамповка, моделирование обрезки облоя, обрезной штамп, метод конечных элементов, QForm.

MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESS OF FLASH TRIMMING FOLLOWING HOT FORGING

Evgeniy V. Preobrazhenskii, Viktor I. Galkin, Egor E. Markelov
Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia
markelov.egor2013@yandex.ru

Abstract. The article deals with the issues related to the peculiarities of mathematical modeling of the process of flash trimming using the finite element method. On the example of “Adapter” forgings from steel 8Cr18Ni10 it is demonstrated that the prepared model of tooling taking into account the selected technological scheme allows to obtain sufficiently detailed results about the distribution of stresses and the degree of wear of the working edges of the trimming matrix. In addition, the QForm software predicts the value of the residual flash remnant, thus verifying the correctness of the tooling design and the conformity of the forgings to the requirements of the standards. The data of the conducted research will be useful for engineers when developing dies for flash trimming.

Keywords: hot metal forging, deflashing simulation, flash trimming dies, finite element method, QForm.

Облойная штамповка широко используется в машиностроении, авиационной и автомобильной промышленности для производства деталей с требуемой точностью. Поскольку при проектировании ручья штампа даже при наличии программ моделирования [1] затруднительно предсказать течение металла и последующее искажение формы поковки при остывании, то технолог предусматривает специальный технологический излишек материала – облой, благодаря которому обеспечивается надежное заполнение полости штампов, но требуется дополнительная операция по его удалению. При этом обрезной штамп должен работать так, чтобы не влиять на качество и точность готовой детали. Следовательно, моделирование операции обрезки является актуальной задачей, позволяющей выявить важные особенности процесса, необходимые технологу для принятия окончательного решения [2]. В том числе, при помощи разработанной модели можно получить информацию о потребном усилии оборудования и выбрать холодную или горячую обрезку, а также оценить потенциальный износ режущих кромок матрицы или проверить, что форма толкающего пуансона исключает риски деформации основного тела поковки.

Для моделирования могут использоваться разные методы и теоретические подходы. В настоящее время наибольшее распространение получил численный анализ в специализированном программном обеспечении. Среди таких продуктов следует выделить QForm от отечественного разработчика – компании "КванторФорм". В него заложены уравнения из теории пластичности, закон теплопроводности и другие физико-математические соотношения. Расчет ведется на основе метода конечных элементов, что позволяет последовательно смоделировать процесс штамповки и обрезки облоя.

Для проведения исследования подготовлена модель в QForm, состоящая из штамповой оснастки, толкающего пуансона и обрезной матрицы, цилиндрической заготовки. Инструменты из стали 5ХНМ моделировались с учетом упругих деформаций, также выполнялся совместный расчет с целью оценки распределения температур. На первом шаге изучался процесс штамповки металла (рис. 1), после чего полученная поковка охлаждалась до комнатной температуры, а затем анализировался непосредственно этап обрезки. Свойства материалов (сталей 08Х18Н10 и 5ХНМ) выбирались из базы данных программного обеспечения. Однако необходимо иметь в виду, что для более точных результатов, например, для учета обработки заготовок в режиме сверхпластичности при изотермической штамповке [3], следует учитывать особенности возникающих деформаций. Так, для детального анализа распространения трещины при обрезке облоя имеет смысл подключить модель

повреждаемости материала. Трение задавалось по уравнению Леванова с коэффициентом 0,3. В качестве оборудования для штамповки применялся молот с массой падающих частей 2 тонны, вставки подогревались до 200°С. Начальная температура заготовки – 1180°С. Число конечных элементов в модели – не менее 50 тыс.

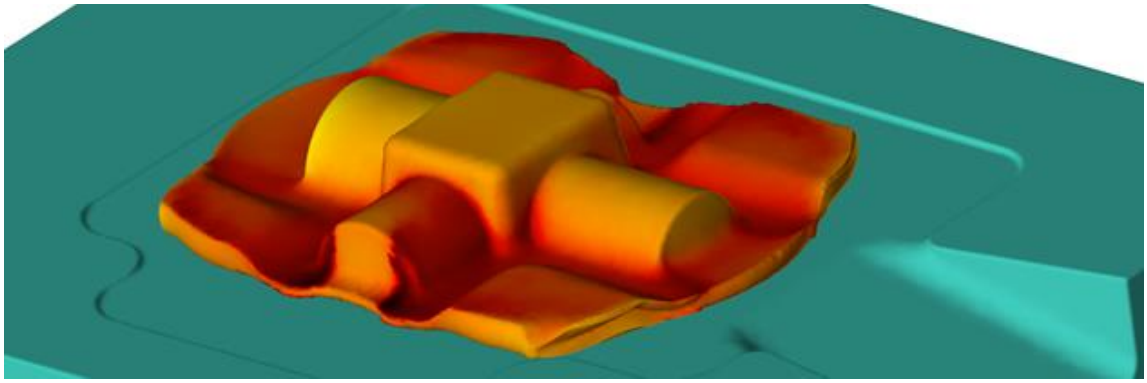


Рис. 1. Форма поковки «Переходник», полученная после моделирования процесса облойной штамповки в программном обеспечении QForm (верхняя половина штампа не показана)

Распределение температур непосредственно после штамповки позволяет сделать вывод о том, что в наибольшей степени деформационный разогрев воздействует на область, соответствующую мостику облойной канавки [4]. Однако ввиду малой толщины данного элемента его остывание на воздухе происходит достаточно интенсивно. Впрочем, подобное распределение температур способствует обрезке облоя в горячем состоянии.

После охлаждения поковка передается на обрезной пресс [5]. Для моделирования в QForm использовалось ее ручное позиционирование с учетом сил гравитации. Другими словами, благодаря программному продукту удается спрогнозировать проведение операции при различном исходном положении поковки, подразумевая ситуацию, когда рабочий не выполняет точное центрирование и выравнивание полуфабриката относительно обрезного ручья.

Усилие обрезки облоя может быть рассчитано по теоретической формуле, как произведение периметра среза на действительную толщину среза и на предел прочности материала при температуре обрезки. Кроме того, вводится поправочный коэффициент, равный 1,5..1,8. Для выбранных геометрических размеров детали "Переходник" усилие должно находиться в диапазоне 0,14..0,17 МН для горячей и 0,7..0,85 МН для холодной обрезки.

QForm позволяет визуализировать процесс удаления облоя (рис. 2), предсказать возможные проблемы, оптимизировать форму обрезного штампа. В программном обеспечении применяются алгоритмы для расчета степени износа штамповой оснастки. Учитываются поля температур и напряжений.

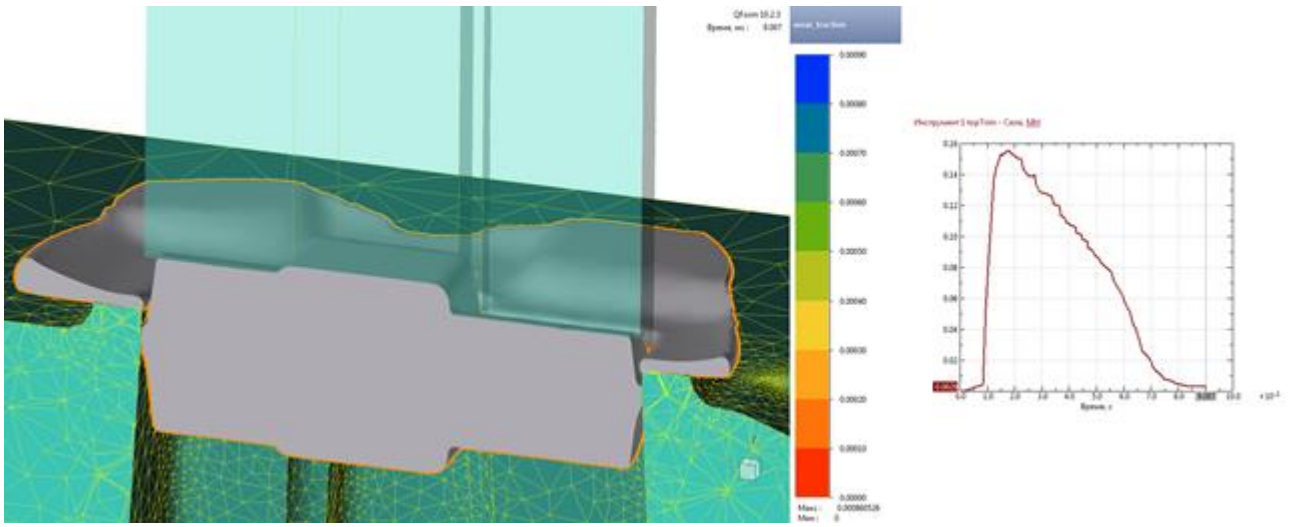


Рис. 2. Результаты моделирования процесса обрезки облоя в QForm: износ штампа и усилие

По результатам моделирования определено общее усилие обрезки, изучен износ режущей кромки матрицы, проверено отсутствие замятий тела поковки. Величина высоты заусенца не превышает допускаемую.

Таким образом, моделирование процесса обрезки облоя с использованием современных программных инструментов является доступным и эффективным методом для оптимизации производства, уменьшения времени на разработку технологии, снижения затрат на эксперименты и повышения качества деталей.

Источники

1. Галкин В.И. и др. Разработка программного обеспечения для проектирования формы поковок осесимметричных деталей из сталей // Металлы. 2024. № 4. С. 85-93. DOI: 10.31857/S0869573324048593

2. B. Lu, H. Ou, An efficient approach for trimming simulation of 3D forged components, International Journal of Mechanical Sciences, Vol. 55, Issue 1, 2012, P. 30-41. DOI: 10.1016/j.ijmecsci.2011.11.013.

3. Жаров М.В. Исследование течения металла при изотермической штамповке авиационных панелей и обечаек с целью повышения качества изделий // Вестник машиностроения. 2024. Т. 103. № 2. С. 120-124.

4. Маркелов Е.Е. и др. Улучшение процессов горячей объемной штамповки при изготовлении деталей из магналия // Заготовительные производства в машиностроении. 2022. Т. 20. № 7. С. 307-310.

5. Weiß A., Felde A., Liewald M., Zerfaß H. Beneficial effect of stress superposition on damage reduction in trimming processes, Materials Research Proceedings. 2023. Vol. 28, pp. 611-620. DOI: 10.21741/9781644902479-66.

УДК 66.074.5

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В МУЛЬТИВИХРЕВОМ КЛАССИФИКАТОРЕ

Прец Мария Арнольдовна, Вдовина Виктория Александровна, Зинуров Вадим Эдуардович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
precmari@gmail.com

Аннотация: В работе представлено математическое моделирование процесса разделения мелкодисперсных твердых частиц в мультивихревом классификаторе. За счёт подачи воздуха в аппарат в кольцевом пространстве формируется мультивихревая структура, способствующая эффективной сепарации частиц из пылегазового потока. Моделирование проведено в программной среде Ansys Fluent с использованием турбулентной модели *k-ω* SST и дискретного подхода к фазе частиц (DPM). Особое внимание уделено влиянию диаметра отверстий в поперечной пластине на фракционную эффективность классификации. Получены зависимости эффективности от размера частиц при различных значениях геометрического параметра d_0, что позволило выявить оптимальные конструктивные решения.

Ключевые слова: математическое моделирование, мультивихревой классификатор, дисперсные частицы, Ansys Fluent, фракционная эффективность, сепарация, вихревой поток, DPM, пылегазовая смесь, агропромышленность.

MATHEMATICAL MODELING OF FRACTIONATION OF FINE SOLID PARTICLES IN A MULTIVORTEX CLASSIFIER

Prets Maria Arnoldovna, Vdovina Viktoria Alexandrovna, Zinurov Vadim Eduardovich
KSPEU, Kazan, Russia
precmari@gmail.com

Abstract. This study presents a mathematical model of the separation process of fine solid particles in a multivortex classifier. Due to the air supply into the annular space of the device, a multivortex structure is formed, promoting efficient separation of particles from the dust-laden gas flow. The modeling was performed in the Ansys Fluent software using the *k*-ω SST turbulence model and the Discrete Phase Model (DPM) for the particle phase. Special attention was paid to the influence of the hole diameter in the transverse plate on the fractional classification efficiency. The resulting dependencies of efficiency on particle size at various values of the geometric parameter d_0 made it possible to identify optimal design configurations.

Keywords: mathematical modeling, multivortex classifier, fine particles, Ansys Fluent, fractional efficiency, separation, vortex flow, DPM, dust-gas mixture, agro-industrial sector.

Современные методы обработки сыпучих и пылевидных материалов требуют точного контроля над фракционным составом конечного продукта. В агропромышленном и химическом производстве особенно актуальной является задача эффективного разделения мелкодисперсных твердых частиц, поступающих в пылегазовых потоках. Одним из перспективных решений является применение мультивихревых классификаторов, конструкция которых обеспечивает интенсивную сепарацию частиц за счёт использования вихревых потоков.

В работе [1] была предложена конструкция воздушного классификатора типа «труба в трубе». За счёт специальных входных каналов, проделанных во внутренней трубе, в кольцевое пространство подаётся газ, закручивающийся в нескольких направлениях, создавая мультивихревую структуру. Такая организация потока способствует выносу частиц из центрального канала на периферию, а далее – их селективному осаждению в зависимости от размеров и инерционных свойств [2].

Целью настоящей работы является математическое моделирование процесса разделения частиц в указанном устройстве, проведение имитационного эксперимента в Ansys Fluent и анализ влияния геометрических параметров, в частности, диаметра отверстий в поперечной пластине, на фракционную эффективность сепарации.

Объектом моделирования является цилиндрический классификатор с коаксиально размещёнными трубами. В верхней части классификатора размещается поперечная пластина с множественными отверстиями диаметром d_0, через которые газовый поток выходит из аппарата [3].

Задача численного моделирования заключается в определении фракционной эффективности разделения в зависимости от размера частиц a и диаметра отверстий d_0.

Моделирование проводилось в программной среде Ansys Fluent, которая обеспечивает возможности для расчёта многофазных и турбулентных течений с учётом сложной геометрии и взаимодействия твердых и газообразных фаз.

Модель включает следующие физические допущения и уравнения: 1. Газовая фаза описывается уравнениями Навье–Стокса с турбулентной моделью k-w SST для описания вихревых структур в кольцевом пространстве. 2. Частицы моделируются как дискретная фаза (Discrete Phase Model, DPM) с учётом гравитации и сопротивления среды. 3. Входные условия: скорость воздушного потока на входе в кольцевое пространство – 12 м/с, температура — 293 К, размер частиц варьировался от 1 до 200 мкм, диаметр отверстий в пластине d_0 изменялся от 4 до 16 мм.

В ходе численного моделирования, проведённого в программной среде Ansys Fluent, были получены зависимости фракционной эффективности

разделения твёрдых частиц от их размера при различных значениях диаметра отверстий в поперечной пластине классификатора. Результаты визуализированы на графике, где для каждого значения диаметра отверстий от 4 до 16 мм представлены кривые зависимости эффективности E от размера частиц a в диапазоне от 1 до 200 мкм. Анализ кривых показал наличие выраженного пика эффективности в области частиц размером 20-35 мкм, за которым следовало снижение и последующее выравнивание значений при размерах более 100 мкм. Такие формы кривых обусловлены взаимодействием инерционных и центробежных сил, действующих на частицы в условиях мультивихревого потока, а также их способностью преодолевать сопротивление при прохождении через отверстия поперечной пластины (рис. 1).

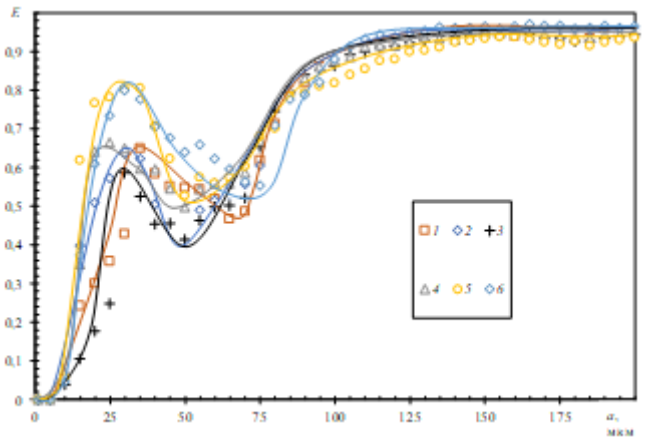


Рис. 1. Фракционная эффективность от размера частиц при различном диаметре отверстий в поперечной пластине, мм: *1* – 16; *2* – 14; *3* – 12; *4* – 10; *5* – 8; *6* – 4

Наблюдается отчётливое влияние диаметра отверстий d_0 на эффективность сепарации: при увеличении диаметра повышается общее значение эффективности для более крупных фракций, однако при этом снижается контрастность разделения средних по размеру частиц. В частности, отверстия диаметром 10-12 мм обеспечивают оптимальный баланс между пропускной способностью и точностью фракционного разделения, тогда как слишком большие отверстия (14-16 мм) приводят к росту вероятности прохождения частиц с широким размерным диапазоном, что снижает селективность. Наименьшие отверстия (4-8 мм), напротив, обеспечивают более выраженную фильтрацию, но существенно ограничивают общий выход и производительность установки. Таким образом, варьирование параметра d_0 позволяет целенаправленно настраивать работу классификатора под конкретные требования по размеру и концентрации фракций.

Полученные результаты подчёркивают практическую ценность математического моделирования на этапе разработки и оптимизации

классификационных устройств. Использование Ansys Fluent дало возможность реализовать сложную мультифазную задачу с учётом турбулентного обтекания, движения частиц, силы тяжести, сопротивления и влияния геометрических элементов. Это позволило обойти необходимость проведения дорогостоящих натурных экспериментов на начальных этапах, снизив затраты и ускорив принятие инженерных решений. Кроме того, построенная модель может быть адаптирована для исследования других типов классификаторов, циклонов или сепараторов, что делает её универсальным инструментом инженерного проектирования.

Имитационное моделирование подтвердило эффективность конструкции классификатора типа «труба в трубе». Такая организация способствует активному переносу частиц от центра к периферии, где и происходит их отбор. Полученные кривые фракционной эффективности позволяют прогнозировать поведение частиц различных размеров и настраивать конструкцию устройства под конкретные технологические задачи.

В целом, проведённое исследование подтверждает значимость применения математического моделирования для инженерного анализа процессов пыле- и фракционопереноса в агропромышленных установках. Методология, реализованная в данной работе, может быть использована при проектировании систем очистки воздуха, пневмотранспорта и переработки порошковых материалов.

Источники

1. Численное моделирование газодинамики в центробежном классификаторе / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, Н. Ф. Сахибгареев [и др.] // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24, № 12. С. 128-132.

2. Сепарационное устройство с соосно расположенными трубами для разделения водонефтяных эмульсий / А. Р. Галимова, В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, В. В. Харьков // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24, № 3. С. 50-54.

3. Газодинамика проточной части классификатора с соосно расположенными трубами / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, И. И. Насырова, О. С. Дмитриева // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25, № 4. С. 71-76.

УДК 331.101.68

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТА СОТРУДНИКА НА ОЧНОМ И УДАЛЕННОМ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

Проскуряков Дмитрий Сергеевич
ФГБОУ ВО «ИГЭУ им. В.И. Ленина», Иваново, Россия
proskuryakov-03@mail.ru

Аннотация. В статье представлен разработанный метод оценки эффекта работы сотрудников в очном и удаленном режимах. Предложенный подход основан на математическом преобразовании данных, полученных из опросов сотрудников, с учетом их удовлетворенности и продуктивности. Итоговая формула расчета эффекта объединяет субъективные данные из опросов сотрудников и объективные коэффициенты, позволяя комплексно оценить производительность как офисных, так и удаленных сотрудников.

Ключевые слова: производительность сотрудников, удаленная работа, очная работа, эффект, математический метод, опрос сотрудников, весовые коэффициенты.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR ASSESSING EMPLOYEE PERFORMANCE IN IN-PERSON AND REMOTE WORK MODES

Proskuryakov Dmitry Sergeevich
ISPU, Ivanovo, Russia
proskuryakov-03@mail.ru

Abstract. The article presents a developed method for assessing the performance of employees in in-person and remote work modes. The proposed approach is based on the mathematical transformation of data obtained from employee surveys, taking into account their satisfaction and productivity. The final formula for calculating the performance effect integrates subjective data from employee surveys and objective coefficients, enabling a comprehensive evaluation of the productivity of both in-person and remote workers.

Keywords: employee productivity, remote work, in-person work, performance effect, mathematical method, employee surveys, weighting coefficients.

В рамках данного метода предполагается, что исходными данными будут являться ответы сотрудников на вопросы, которые заранее должны быть сформулированы с целью понять удовлетворенность и продуктивность сотрудников [1].

Важно учесть, что в разных отделах продуктивность на удаленном и офисном режиме может быть разной, как и ответы сотрудников на вопросы, поэтому необходимо проводить опрос у каждого отдела по отдельности [2].

Для математической обработки данных, полученных из опросов, ответы сотрудников переводятся в числовой формат по стобалльной шкале: 0 соответствует полной неудовлетворенности, непродуктивности или негативному восприятию (в зависимости от контекста вопроса), а 100 – максимальной удовлетворенности и позитивному эффекту.

Вопросы делятся на положительные (увеличивают эффект) и отрицательные (уменьшают его, например, «Какие факторы в офисе отвлекают вас?»), значения суммируются.

Каждому вопросу присваивается вес, определяемый аналитически в зависимости от влияния на продуктивность. Таким образом, составим формулу для расчета эффекта одного сотрудника:

$$E_j = \sum_{i=1}^{n} w_i * a_i \ , \qquad (1)$$

где i – номер вопроса,

j – порядковый номер сотрудника,

n – количество вопросов в опросе, кроме тех, которые не учитываются в основной формуле,

w – вес вопроса,

a – ответ на вопрос в числовом выражении.

Сформулируем следующие факторы, влияющие на эффект, производимый сотрудниками: техническое оснащение сотрудника, количество связей у сотрудника, количество сотрудников на удаленной работе [3].

Первый фактор отражает способность сотрудников выполнять задачи в удаленном режиме с учетом наличия необходимого оборудования. Количественная оценка проводится на основе данных опроса, где средний балл по ответам сотрудников принимается за базовое значение. Полученное значение находится в диапазоне от 0 до 100 и преобразуется в коэффициент:

$$K_{tech} = \frac{\text{Средний балл}}{100}, \qquad (2)$$

Такое представление необходимо, поскольку недостаточная оснащенность отдельных сотрудников негативно сказывается на общей производительности, влияя на взаимодействие в коллективе.

Второй фактор оценивает среднее число профессиональных контактов каждого сотрудника, определяемое через опрос. Исследования показывают, что влияние числа связей на производительность носит нелинейный характер. При

низких значениях (1–2 связи) сеть сотрудников слабо связана, что ограничивает эффективность коммуникации. Увеличение числа связей приводит к экспоненциальному росту плотности сети, усиливая взаимодействие, но одновременно снижая эффект из-за избыточной коммуникационной нагрузки, так как удаленные коммуникации являются более медленными, нежели личное, непосредственное общение.

Для того, чтобы корректно задать этот коэффициент исходя из рассуждений выше логично создать сигмоидальную зависимость. Формула для расчета коэффициента:

$$K_{links} = \frac{1}{1+e^{-a(n-b)}}, \quad (3)$$

где n – среднее количество связей на сотрудника,

a – коэффициент крутизны сигмоиды,

b – точка перегиба функции (число связей, где влияние максимально усиливается).

Значение связей на сотрудника может быть достоверно получено из опроса, значение коэффициента крутизны сигмоиды и точки перегиба функции нужно задать экспертно, на основе изученных данных, данные значения могут меняться в зависимости от отдела или времени, когда используется система.

Третий фактор, аналогичен второму, как по способу сбора, так по способу формирования коэффициента. Только он будет влиять на сотрудников в зависимости от их количества на удаленной работе. Также как и для второго в данном случае подойдет сигмоидальная зависимость. Таким образом коэффициент удаленных сотрудников будет равен:

$$K_{remote} = \frac{1}{1+e^{-c(m-d)}}, \quad (4)$$

где m – количество сотрудников на удаленной работе,

c – коэффициент крутизны сигмоиды,

d – точка перегиба, которая определяет "оптимальную" долю удаленных сотрудников, после которой эффект начинает сильно снижаться.

Значение коэффициента удаленных сотрудников будет зависеть от того, скольких сотрудников ЛПР захочет перевести на удаленную форму работы, а значит, что значение этого коэффициента будет постоянно меняться. Аналогично второму фактору значение коэффициента крутизны сигмоиды и значение точки перегиба будут задаваться экспертно.

После того, как были определены исходные данные и значения коэффициентов можно сформулировать итоговую формулу для расчета эффекта. Она должна содержать в себе сумму произведений весов на числовое выражение

ответов, а также значения заранее вычисленных коэффициентов. Таким образом формула общего эффекта для удаленных работников:

$$E_{удал} = \frac{\sum_{j=1}^{n} E_j}{n} \sum_{j=1}^{n} * K_{tech} * K_{links} * K_{remote}\ , \quad (5)$$

где E – производимый эффект,

j – номер сотрудника,

n – количество сотрудников,

K_{tech} – коэффициент, показывающий среднюю техническую оснащенность сотрудников,

K_{links} – коэффициент, показывающий среднее количество сотрудников, с которыми связан один человек,

K_{remote} – коэффициент, показывающий влияние количества работников при удаленной работе.

Эффект, производимый офисными работниками, рассчитывается по формуле (1), так как предполагается, что если в рамках офисного труда будут возникать какие-либо технические или коммуникационные неполадки, то их удастся оперативно решить. Соответственно значение общего эффекта офисных сотрудников будет равно среднему эффекту.

Полученная формула представляет собой комплексный подход к оценке производительности сотрудника, который сочетает в себе как субъективные, так и объективные данные. Основное её преимущество заключается в способности учесть многогранные аспекты, влияющие на эффективность работы, и представить их в стандартизированной форме, понятной для анализа и интерпретации.

Источники

1. Александра Полякова Оценка эффективности персонала: критерии и методики // bitcop. 2023. №. 7. С. 75-85.

2. Что показывает производительность труда И как ее рассчитать [Электронный ресурс]. URL: https://journal.tinkoff.ru/guide/productivity (дата обращения: 05.10.2024).

3. Дубенко, Валерий Васильевич Оценка эффективности управления персоналом: дис. кандидат экономических наук экон. наук. СПБ, 2005. С. 191.

УДК 66.023.2

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И КОНСТРУКТИВНАЯ КОМПОНОВКА ПЕЧИ ПИРОЛИЗА ЭТАНА

Сергей Викторович Рачковский
ФГБОУ ВО "КНИТУ", г.Казань, Россия
rachkovskiy1954@mail.ru

Аннотация. В данной работе с использованием пакета Aspen EDR Fired Heater выполнен теплотехнический и гидравлический расчет печи пиролиза этана, что позволило провести конструктивную компоновку радиантной и конвективной камеры печи, а также тракта отвода дымовых газов.

Ключевые слова: радиантная и конвективная камера, дымоход, трубчатая печь пиролиза.

THERMAL TECHNICAL CALCULATION AND CONSTRUCTIVE LAYOUT OF ETHANE PYROLYSIS FURNACE

Sergey.V. Rachkovskiy
KNRTU, Kazan, Russia
rachkovskiy1954@mail.ru

Abstract. In this work, using the Aspen EDR Fired Heater package, a thermal and hydraulic calculation of an ethane pyrolysis furnace was performed, which made it possible to carry out the structural layout of the radiant and convective chamber of the furnace, as well as the flue gas exhaust path.

Keywords: radiant chamber, tube screen, optimization, pyrolysis, tube furnace.

Пакет Aspen EDR Fired Heater используется в основном для расчета процессов нагрева технологического потока. Однако встроенная опция "Задаваемые пользователем свойства с использованием тепловой нагрузки" (User specified properties using heat load) позволяет проводить теплотехнический расчет при условии постоянства его массового расхода, если известны профили изменения теплотехнических характеристик по длине трубного змеевика, т. е. применительно к расчету печи пиролиза.

Для расчета использован пакет Aspen EDR Fired Heater в режиме нахождения расхода топлива при заданных условиях проведения процесса с уточнением конструктивных размеров основных конструктивных элементов печи пиролиза (rating (find fuel flowrate)).

В пакете EDR при расчете топки предлагаются две модели:

а) *модель идеального перемешивания* дымовых газов используется программой по умолчанию. При этом топка печи рассматривается как одна зона, в пределах которой газ идеально перемешан, поэтому температура и физические свойства дымовых газов во всем объеме топочного пространства принимаются постоянными;

б) *модель длинной топки* (long furnace model) применима если соотношение ширины и глубины топочного пространства больше трех. При этом топка делится на зоны (не более 10) равной высоты. Отсчет начинается от пола при нижнем расположении горелок или от потолка топки при верхнем расположении горелок. В пределах каждой зоны температуру газа и его физические свойства принимают однородными. В работе принята трехзонная модель.

Расчет выполнен с учетом тяги, создаваемой в дымовом тракте печи. При этом определяется перепад давления по ходу потока горючих/дымовых газов. Для использования данной модели были указаны конструктивные размеры воздуховодов, дымоходов и дымовой трубы (высота, ширина, длина), что позволило определить потери давления на трение по всему тракту дымовых газов.

Конструктивная компоновка печи пиролиза камерного типа приведена на рис. 1 и 2. Над радиантной камерой расположена камера конвекции, в которой находятся два трубных блока: верхний – экономайзер, используемый для выработки перегретого водяного пара, идущего на технологические нужды производства; нижний – предназначен для предварительного подогрева сырья, которое далее направляется в змеевик радиантной камеры.

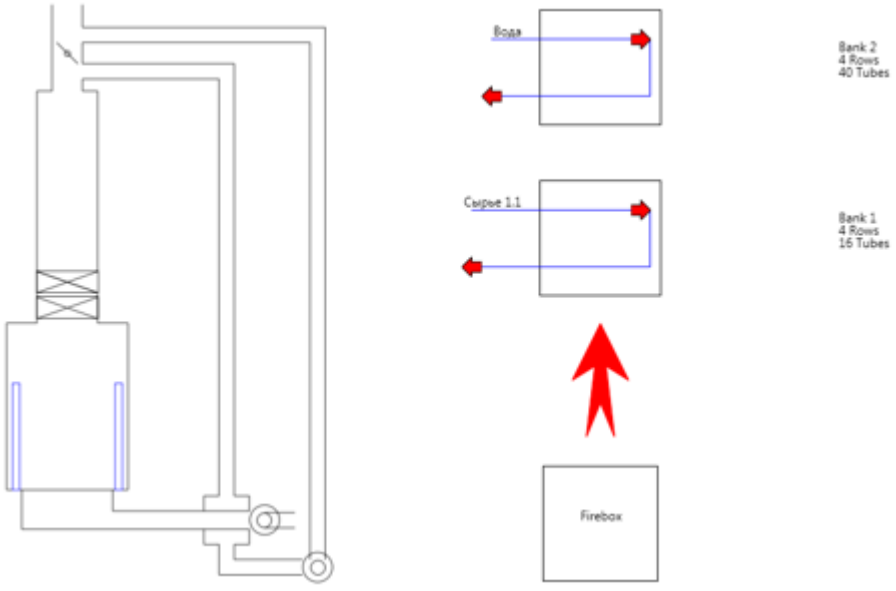


Рис. 1. Конструктивная компоновка печи пиролиза камерного типа

Предусмотрена возможность частичного отбора дымовых газов, направляемых для предварительного подогрева воздуха, с помощью заслонки установленной в дымоходе.

Профили теплотехнических характеристик технологического потока по ходу радиантных труб, как и их конструктивные размеры - наружный диаметр трубы и толщина ее стенки; длина трубы одного потока и число потоков приняты по результатам, опубликованным в работах [1, 2].

Состав потока пирогаза на входе и выходе змеевика радиантной камеры различен в силу того, что происходят реакции пиролиза, но массовый расход при этом остается постоянным. Поэтому для описания его теплофизических свойств использована опция «Задаваемые пользователем свойства с использованием тепловой нагрузки» (User specified properties using heat load).

Максимальная температура предварительного нагрева воздуха в технологических печах принята равной 700 К (427°С), поскольку превышение этой температуры приведёт к снижению механических свойства материалов воздуховодов и горелок.

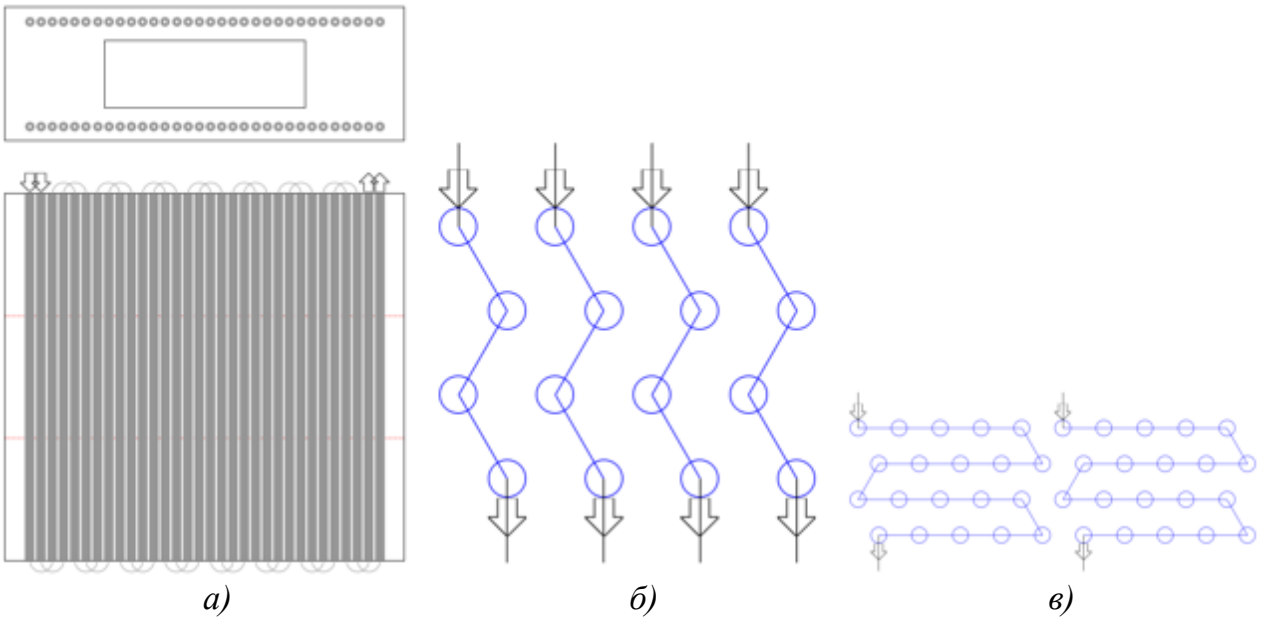


Рис. 2. Схема трубных блоков радиантной и конвекционной камеры печи: *а* - топка; *б* - блок предварительного подогрева сырья; *в* - экономайзер

Принято следующее конструктивное решение трубного змеевика радиантной камеры. На боковых стенках камеры установлены трубные экраны однорядного типа. Каждый экран включает два параллельных трубных змеевика. Прямолинейные участки выполнены из десяти труб длиной 11000 мм с наружным диаметром 284 мм и толщиной стенки 6 мм. Материал труб жаростойкая высоколегированная сталь. Подвод и отвод продуктового потока происходит в верхней части экрана.

Принято вертикальное расположение труб экрана, что позволяет использовать упругие элементы для их крепления, компенсирующие температурные деформации и снижающие суммарные напряжения в трубах.

Конвекционная секция состоит из двух блоков, каждый из которых выполнен из нескольких рядов труб (их схема приведена на рис. 2). При вертикальном обтекании блока потоком топочного газа принимается горизонтальное расположение трубного пучка в блоке. Такая схема компоновки называется секцией вертикальной конвекции.

Топки технологических печей работают при давлении немного ниже атмосферного. Это предотвращает утечку дымовых газов, которая может повредить конструкцию топки и быть опасной для операторов. Разница между атмосферным давлением снаружи топки и давлением внутри называется тягой и обычно поддерживается на минимальном уровне от –10 до –25 Па на перевальной стенке топки (фактическая тяга составляет –19,8 Па). Следовательно, нет необходимости в установке дымососа. При этом скорость газов составляет 13,91 м/с. Дымоход выполнен в виде прямоугольного канала 3×6 м^2, который оканчивается трубой круглого сечения диаметром 1,8 м и высотой 3 м.

Слишком сильная тяга приводит к увеличению количества воздуха, всасываемого в топку через смотровые дверцы, соединения приборов, уплотнения труб и т. д. Этот «посторонний воздух» снижает эффективность печи, поскольку энергия поглощается при ее нагреве до конечной температуры дымовых газов.

Тяга в топке и подсос, необходимый для преодоления перепада давления газа в конвекционной секции, обеспечивается либо высотой дымовой трубы, либо приточным вентилятором и регулируется с помощью заслонки (шибера), расположенной в ведущем воздуховоде к дымовой трубе или вентилятору. В системе с принудительной или сбалансированной тягой заслонки или входные направляющие лопатки также могут использоваться для регулирования расхода воздуха через вентилятор с принудительной тягой и для балансировки распределения воздуха между различными горелками.

На основе теплотехнических и гидродинамических расчетов выполнена конструктивная компоновка печи пиролиза этана камерного типа. В радиантной камере (топке) (размером 11×12×4 м) расположены два настенных экрана с вертикальным расположением трубного змеевика (рис 2, *а*) обогрев которых осуществляется при помощи двенадцати подовых горелок. Над радиантной камерой расположены два трубных блока камеры конвекции (рис. 2 *б, в*), выполненные из горизонтально расположенных ошипованных труб. Над конвекционной камерой находится дымоход прямоугольного сечения (3×6 м), в котором расположена заслонка для регулирования подачи дымовых газов,

направляемых на предварительный нагрев воздуха (рис. 1). Сверху установлена дымовая труба диаметром 1,8 и высотой 3 метра, что обеспечивает создание естественной тяги в топке. В качестве топлива используется сбросный технологический газ при избытке воздуха 5%. Общая тепловая эффективность печи при этом составила 83,42%.

FiredHeater Summary

Heater duty	kW	44877,4
Overall efficiency (%)	-	83,42
Firebox efficiency (%)	-	51,42
Fuel efficiency (%)	-	85,08
Fuel flowrate	kg/s	0,6893
Oxidant flowrate	kg/s	18,0237
% Excess air		5
Heat from combustion of fuel	kW	52748,4
Firebox well-stirred gas temperature	°C	1255
Bridgewall gas temperature	°C	1018
Stack flue gas inlet temperature	°C	367
Stack flue gas outlet temperature	°C	327
Stack oxygen, mass percent, dry	-	1,23
Estimated draught loss	Pa	146,7

		Firebox	Bank 1	Bank 2
Process stream number		2	1	3
Stream name		Пирогаз 1.1	Сырье 1.1	Вода
Process stream duty	kW	29871,4	7983,4	7022,6
Process stream inlet temperature	°C	548	273	25
Process stream outlet temperature	°C	830	547	167
Process stream pressure drop	bar	0,34596	0,31693	0,53789
Process stream inlet vapor mass fraction	-	1	1	0
Process stream outlet vapor mass fraction	-	1	1	1
Process stream mass flux	kg/s/m²	42,49	118,31	149,52
Average heat flux	kW/m²	47,56	75,63	59,2
Peak tube wall temperature	°C	1159	781	194
Peak fin tip temperature	°C		845	356
Flue gas inlet temperature	°C		1018	821
Flue gas outlet temperature	°C		821	545
Flue gas max.mass velocity (mass flux)	kg/s/m²		1,75	1,71
Bare tube area	m²	628,1	105,6	118,6
Total tube area	m²	628,1	358,9	400,1
Ratio total area / bare tube area	-	1	3,4	3,37

Рис. 3. Сводные показатели теплотехнического и гидравлического расчета

Показана возможность расчета печи пиролиза этана на основе базового пакета Aspen EDR Fired Heater с использованием опции User specified properties using heat load. Принятая на основе этих расчетов конструктивная компоновка печи создаёт необходимые радиационные и конвективные потоки тепла от топочных газов и стенок топки к трубному змеевику, по которому движется технологический потока. Формирующиеся при этом профили теплотехнических характеристик обеспечивают заданную скорость протекания реакций пиролиза, обеспечивающих требуемый выход целевого продукта.

Источники

1. Рачковский С.В. Моделирование процесса пиролиза этана в трубчатой печи // Математические методы в технологиях и технике. 2023. № 2. С. 40-47.

2. Рачковский С.В. Оптимизация конструкции трубного змеевика радиантной камеры печи пиролиза этана // Математические методы в технологиях и технике. 2024. № 3. С. 38-43.

УДК 621.565.93/95

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА В УСЛОВИЯХ НАЛИЧИЯ ОТЛОЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Румянцев Алексей Сергеевич, Козлова Мария Владимировна
ФГБОУ ВО «ИГЭУ», г. Иваново, Россия
rumoal@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты анализа влияния биологических отложений со стороны исходной воды прямоточной системы водоснабжения на теплогидравлические характеристики смоделированного в программном комплексе Aspen Exchanger Design and Rating кожухотрубного теплообменного аппарата, основанные на опытных данных, полученных в ходе эксплуатации оборудования находящегося в контуре охлаждения системы управления и защиты энергоблока РБМК-1000.

Ключевые слова: модель, Aspen Exchanger Design and Rating, теплопередача, биологические отложения, термическое сопротивление, эффективность.

SHELL-AND-TUBE HEAT EXCHANGER OPERATION SIMULATION IN THE BIOLOGICAL ORIGIN DEPOSITS PRESENCE

Rumyantsev Alexey Sergeevich, Koslova Mariya Vladimirovna
ISPU, Ivanovo, Russia
rumoal@yandex.ru

Abstract. The article presents the direct-flow water supply system raw water located biological deposits effect analysis results on the thermohydraulic characteristics of the modeled in the Aspen Exchanger Design and Rating software package shell-and-tube heat exchanger based on experimental data obtained during the RBMK-1000 control and protection system cooling loop equipment operation.

Keywords: model, Aspen Exchanger Design and Rating, heat transfer, biological deposits, thermal resistance, effectiveness.

Одной из главных систем, обеспечивающих стабильную и безопасную работу энергоблоков РБМК является система управления и защиты, задача которой заключается в контроле распределения мощности по активной зоне, автоматическом поддержании заданного уровня мощности, прекращении цепной реакции в условиях аварийной ситуации и не только [1].

Отвод тепла от активной зоны осуществляется химически очищенной водой автономного контура охлаждения, температура которого поддерживается на заданном уровне подготовленной водой промежуточного контура. Охлаждение воды от промежуточного контура может осуществляется морской водой системы технического водоснабжения.

Для оценки состояния теплообменного оборудования и анализа теплогидравлических характеристик оборудования в программном комплексе Aspen Exchanger Design & Rating (Aspen EDR) был смоделирован кожухотрубный горизонтальный одноходовой теплообменный аппарат (ТА) 4ТПД-3, расположенный в промежуточному контуре, в котором циркулирует морская вода. Принципиальная схема рассматриваемого теплообменного аппарата представлена на рис.1.

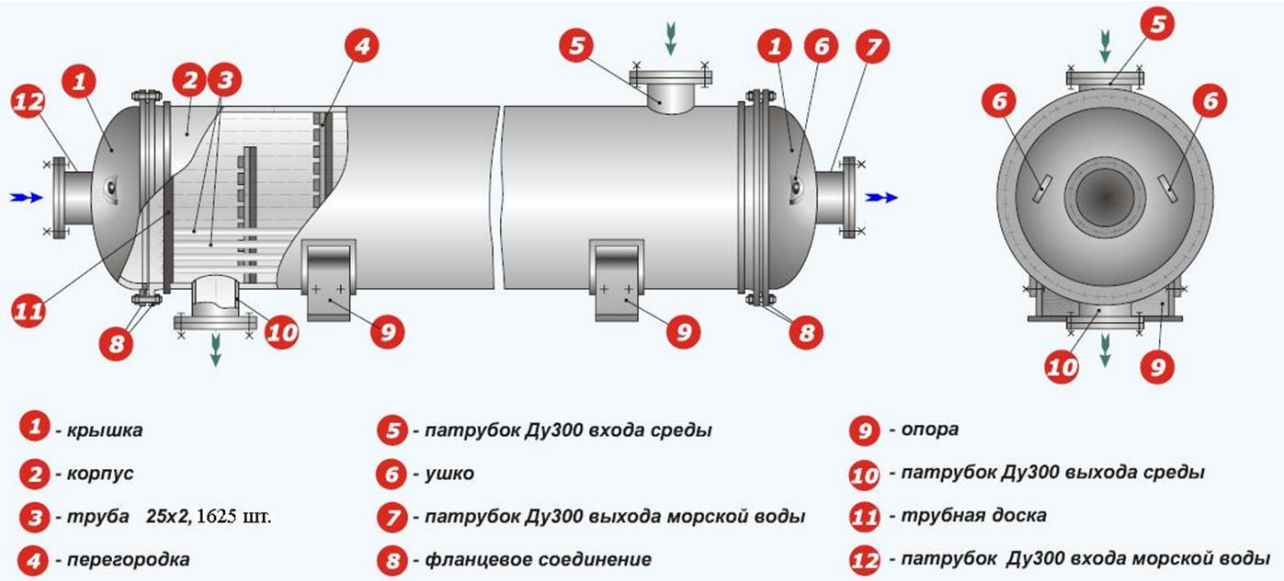


Рис. 1. Принципиальная схема теплообменного аппарата 4ТПД-3

Полученное в результате симуляции работы теплообменника на основании экспериментальных данных значение термического сопротивления теплопроводности слоя отложений на поверхности ТА $R_{загр}$, $м^2 \cdot К/кВт$, до и после чистки изображено на рис. 2.

Из полученных зависимостей явно видно, что поверхность со стороны охлаждающей воды перед чисткой имеет обрастания с термическим сопротивлением теплопроводности биологических отложений равным около 0,3 $м^2 \cdot К/кВт$, в то время как после чистки его значение составляет ~ 0,1 $м^2 \cdot К/кВт$, что значительно меньше. Наличие термического сопротивления загрязнений после чистки предположительно связано с неучтенными и слабо зависящими от

теплогидравлического режима оборудования и мероприятий по его техническому обслуживанию факторами.

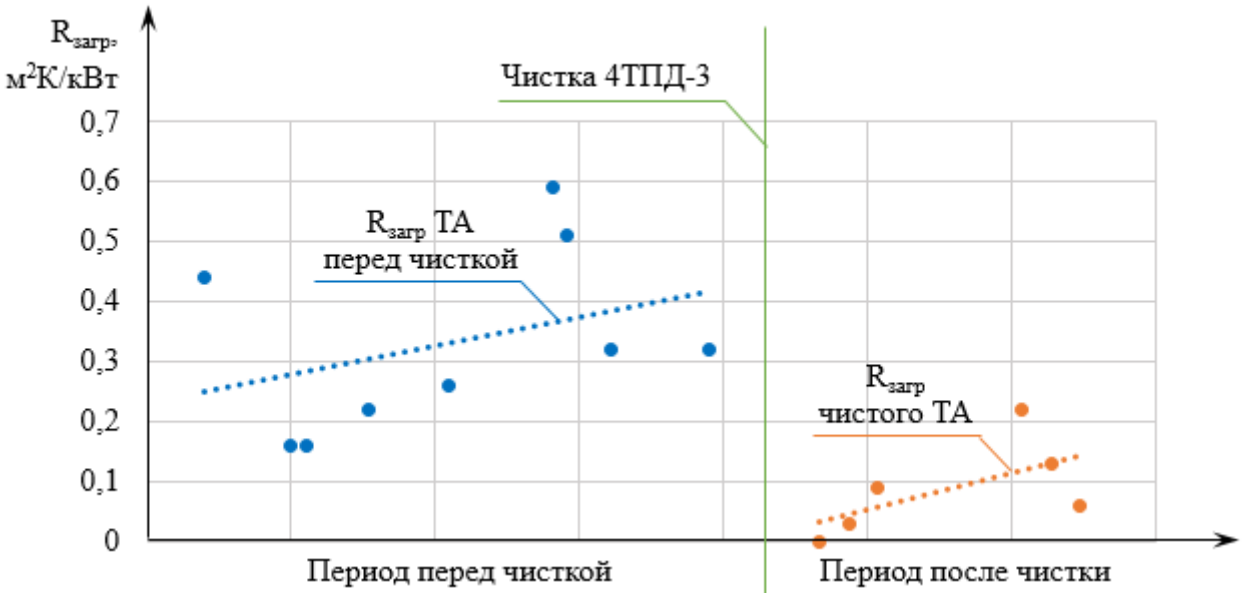


Рис. 2. Расчётное термическое сопротивление загрязнений до и после чистки 4ТПД-3

В результате имитационного моделирования процесса теплообмена был получен ряд теплогидравличеких параметров, характеризующих протекающие в теплообменном аппарате 4ТПД-3 процессы. На рис. 3 изображены зависимости коэффициента теплоотдачи для охлаждающей воды со стороны трубного пространства и теплопередачи от числа Рейнольдса для различных периодов времени, характеризующих состояние поверхностей теплообмена.

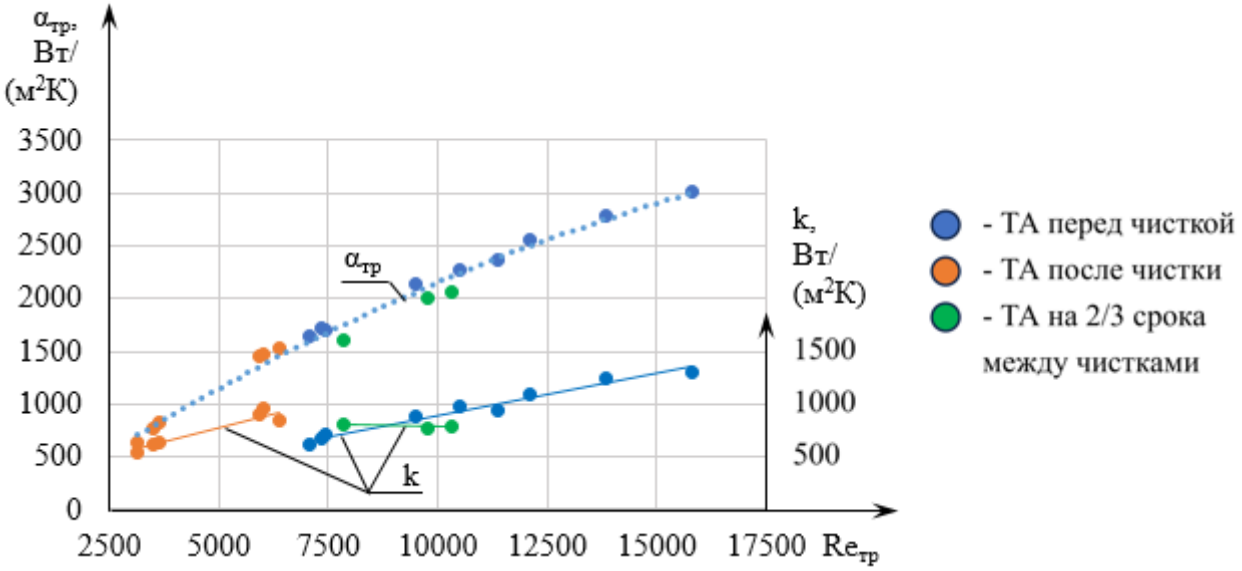


Рис. 3. Зависимость коэффициента теплоотдачи и теплопередачи от числа Рейнольдса

В рассматриваемых режимах расход морской воды изменяется в диапазоне от 374 до 785 м^3/ч у чистого теплообменника и от 871 до 1748 м^3/ч у теплообменного аппарата перед чисткой, т.е. наиболее загрязненного. Стоит отметить корреляцию в изменении коэффициента теплоотдачи от числа Рейнолдса между собой при разном состоянии поверхности теплообмена и однородность зависимости у переходного и турбулентного режима течения среды. Обобщая вышеперечисленное, справедливо говорить о подчинении изменения коэффициента теплоотдачи с изменением числа Рейнольдса квадратичной зависимости вида:

$$\alpha_{тр} = -5{,}13 \cdot 10^{-6} \cdot Re_{тр}^2 + 0{,}278 \cdot Re_{тр} - 114{,}1. \quad (1)$$

Причем, поскольку в составлении тренда участвовали данные, относящиеся к различному периоду времени, т.е. различному состоянию загрязненности поверхности теплообмена со стороны морской воды, и полученные при различной температуре охлаждающей воды, можно судить об отсутствии, либо о незначительном влиянии, данных факторов на теплоотдачу со стороны трубного пространства.

Поскольку теплообменные аппараты рассматриваемой системы работают в нестационарном режиме ввиду влияния ряда факторов, для оценки эффективности протекающего в них теплообмена была рассчитана эффективность ТА по числу единиц переноса теплоты E:

$$E = \frac{1 - e^{-\frac{kF}{W_{min}}\left(1 - \frac{W_{min}}{W_{max}}\right)}}{1 - \frac{W_{min}}{W_{max}} e^{-\frac{kF}{W_{min}}\left(1 - \frac{W_{min}}{W_{max}}\right)}}, \quad (2)$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м^2·К); F – площадь поверхности теплообмена, м^2; W_{min} и W_{max} – меньший и больший водяной эквивалент среди теплоносителей, Вт/К.

Изменение расчетного значения эффективности от сопротивления теплопередаче биологических обрастаний представлено на рис. 5.

Аппроксимирующая зависимость расчетной величины, полученной на основе показаний датчиков с объекта, свидетельствует о значительном влиянии термического сопротивления отложений на эффективность теплообмена такого

аппарата. Непосредственно после чистки теплообменного аппарата 4ТПД-3 эффективность составила 0,5, и с повышением загрязненности становилась ниже.

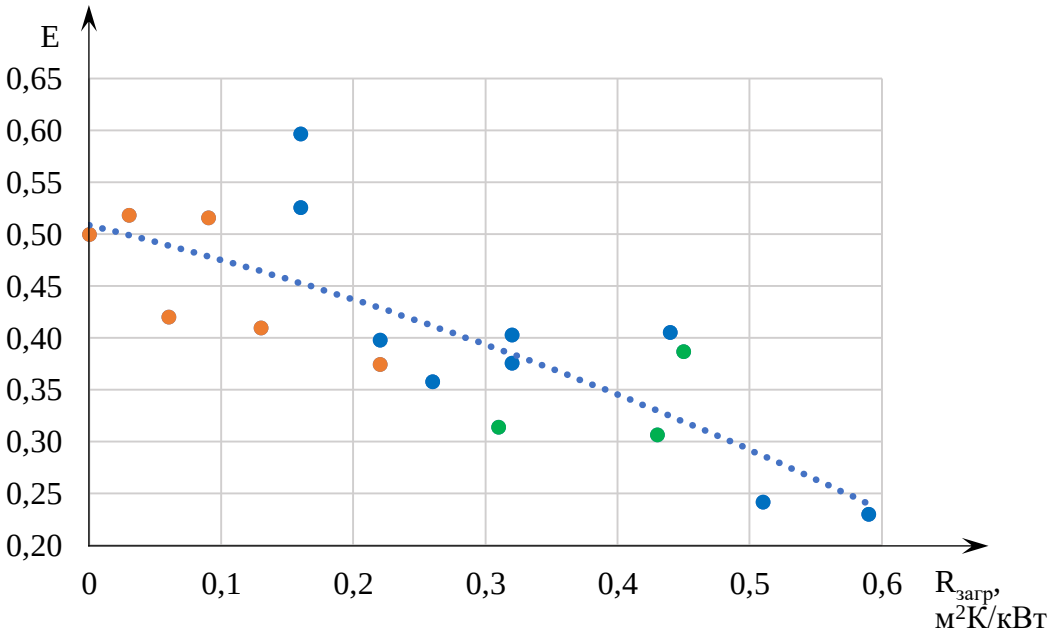


Рис. 5. Расчётная эффективность ТА от состояния поверхности теплообмена

В заключение можно сказать, что бесконтрольное накопление биологических отложений на поверхностях теплообмена со стороны технической воды в значительной степени влияет как на эффективность теплообмена, так и на частоту незапланированного обслуживания аппаратов. Но количество отложений все же можно и нужно прогнозировать заранее с использованием современных инструментов моделирования для обеспечения стабильной и безопасной работы производства.

Источники

1. Шаповаленко, В. В. Исследование конструкции органа регулирования системы управления и защиты реакторной установки РБМК-1000 / В. В. Шаповаленко, К. Б. Матузаев, Г. Я. Мерзликин // Энергетические установки и технологии. 2021. Т. 7, № 1. С. 19-22.

УДК 621-313.3

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОНОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В ЭЛЕКТРОННОМ СРЕДСТВЕ С УЧЕТОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Садыков Рамис Дамирович
КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия
SadykovRaD@stud.kai.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по 3D-моделированию компоновки печатных плат в электронном средстве с учетом электромагнитной совместимости. Моделирование позволяет оптимизировать расположение компонентов на плате, учитывая влияние электромагнитных полей на их работу, и обеспечивает стабильную работу устройства. Использование программной среды CST STUDIO SUITE позволило смоделировать различные компоновки печатных плат и оценить их влияние на электромагнитную обстановку внутри блока электронного средства.

Ключевые слова: 3D-моделирование, печатные платы, электромагнитная совместимость, электронное средство.

3D MODELING OF PCB LAYOUT IN AN ELECTRONIC DEVICE WITH CONSIDERATION OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

Sadykov Ramis Damirovich
KNITU-KAI, Kazan, Russia
SadykovRaD@stud.kai.ru

Abstract. This article presents the results of a study on 3D modeling of PCB layout in an electronic device with consideration of electromagnetic compatibility. The modeling allows optimizing the placement of components on the board, taking into account the impact of electromagnetic fields on their operation, and ensures stable device performance. Using the CST STUDIO SUITE software environment, various PCB layouts were simulated and their impact on the electromagnetic environment inside the electronic device block was evaluated.

Keywords: 3D modeling, PCBs, electromagnetic compatibility, electronic device.

Современные электронные устройства все чаще требуют сложных и компактных печатных плат, которые не только должны быть максимально функциональными, но и электромагнитно совместимыми. Для обеспечения эффективной работы электронных средств важно проводить моделирование размещения печатных плат в трехмерном объеме блока устройства с учетом

электромагнитной совместимости. Такие моделирования позволяют оптимизировать расположение компонентов на плате, учитывая влияние электромагнитных полей на их работу, и обеспечивают стабильную работу устройства и защиту от воздействия внешних электромагнитных помех.

Содержательная постановка задачи.

Объектом проектирования является блок электронного средства, содержащий печатные платы. Блок представляет собой корпус или оболочку, в котором размещаются печатные платы и другие компоненты электронного средства. Он обладает заданными габаритными размерами (длина, ширина, высота) и ограничениями по размещению внутри него других элементов. Блок можно рассматривать как модуль второго уровня, который состоит из модулей первого уровня – печатных плат. Компоновочные схемы описывают взаимное расположение печатных плат внутри блока. Они учитывают ограничения по электромагнитной совместимости (ЭМС) и длине межмодульных связей.

Моделирование и анализ.

Для анализа электромагнитной обстановки в блоке электронного средства данная задача была смоделирована в программной среде CST STUDIO SUITE. В данной программе были смоделированы три печатных платы, которые размещены на соединительной плате и блок электронного средства, внутри которого они расположены. Примеры моделей представлены на рис. 1, рис. 2, рис. 3.

Также были приведены примеры размещения печатных плат внутри блока электронного средства для сравнения результатов симуляции, рис. 4, рис.5, рис.6.

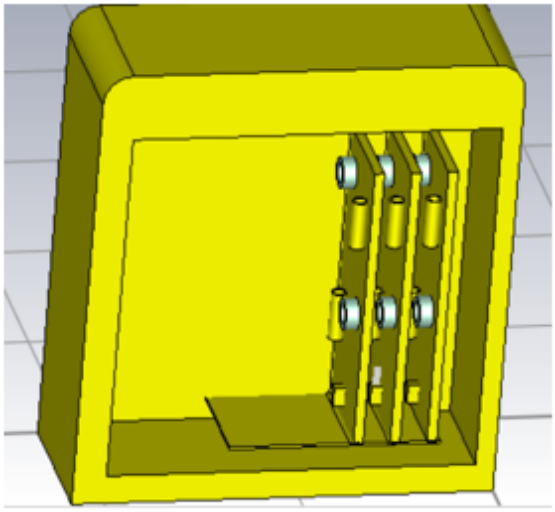


Рис. 1. Блок электронного средства

Рис. 2. Печатные платы

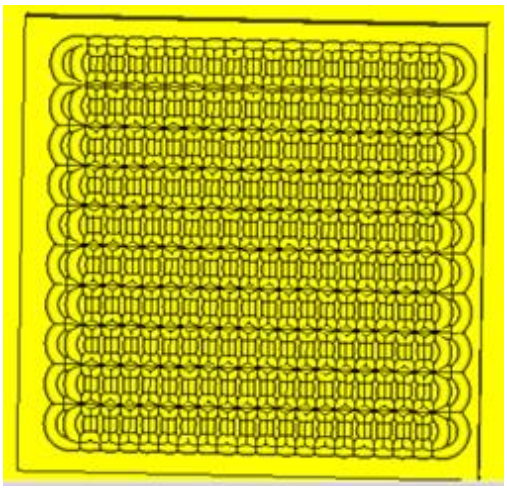


Рис.3. Задняя крышка блока

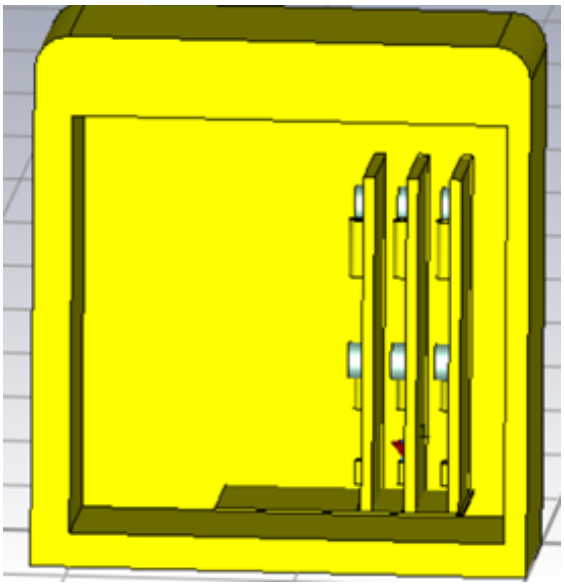


Рис. 4. Первое расположение печатных плат внутри блока

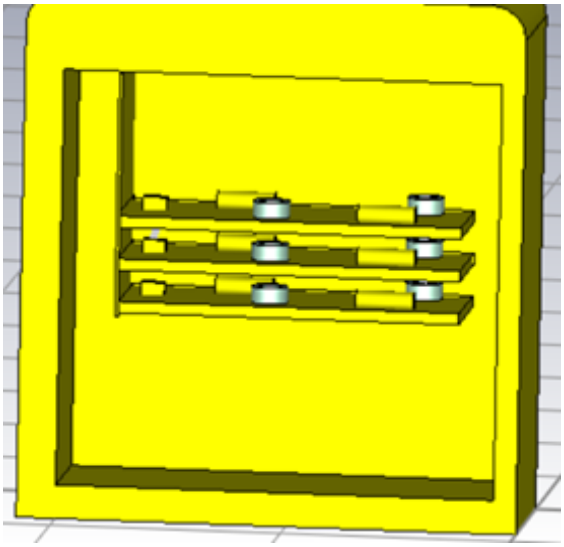


Рис. 5. Второе расположение печатных плат внутри блока

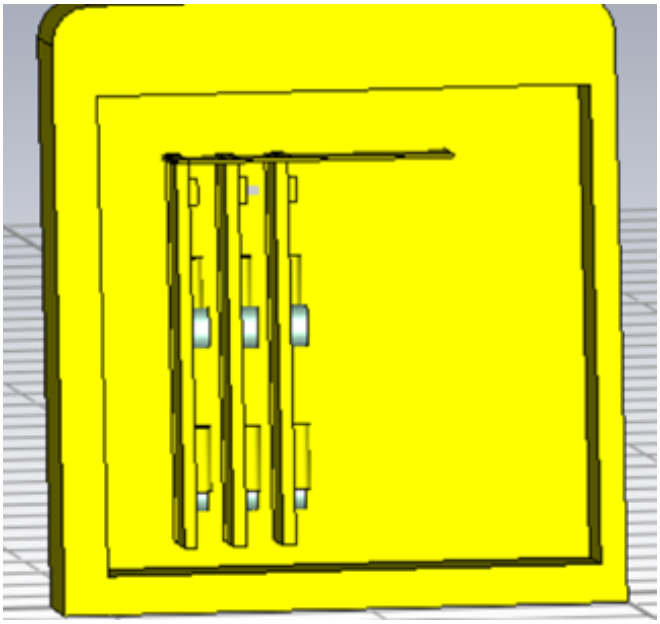


Рис. 6. Третье расположение печатных плат внутри блока

Расчеты и результаты моделирования.

Завершив разработку модели, можно приступить к симуляции её параметров в CST STUDIO SUITE. Для начала рассмотрим получившиеся воздействия электрического поля на корпус блока. На рис. 9 приведены результаты воздействия электрического поля на корпус блока для первого расположения печатных плат.

На рис. 10 приведены результаты воздействия электрического поля на корпус блока для второго расположения печатных плат.

На рис. 11 приведены результаты воздействия электрического поля на корпус блока для третьего расположения печатных плат.

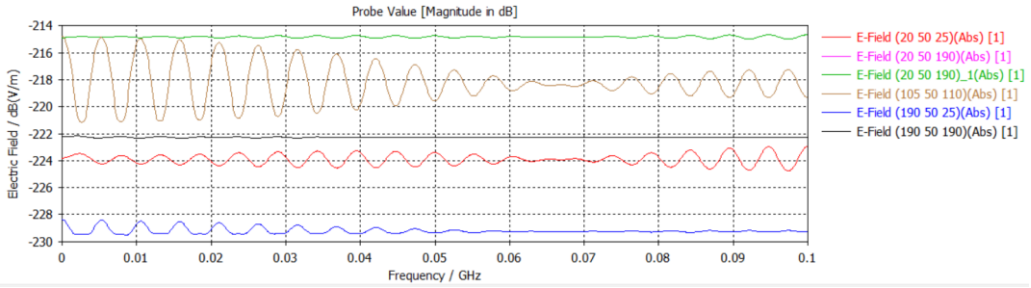


Рис. 9. Воздействие электрического поля на первое расположение печатных плат внутри блока

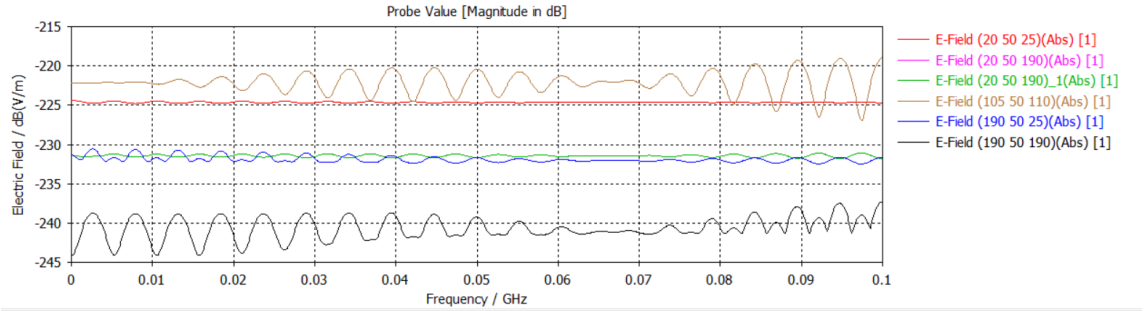


Рис. 10. Воздействие электрического поля на второе расположение печатных плат внутри блока

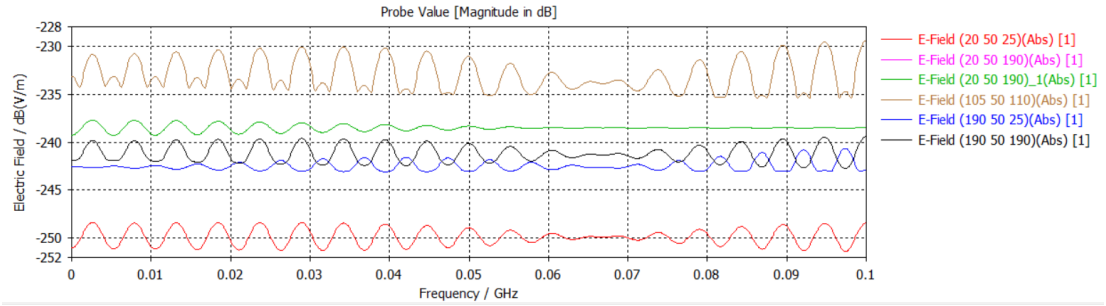


Рис. 11. Воздействие электрического поля на третье расположение печатных плат внутри блока

В таблице 2 представлены максимально-минимальные значения электрического поля по компоновки печатных плат внутри блока.

Таблица 2. Максимально-минимальные значения электрического поля.

	Первое размещение	Второе размещение	Третье размещение
Электрическое поле (V/m)	–229	–239	–251
Частота (GHz)	0.05	0.1	0.095

Таким образом, первый вариант размещения оказывается лучшим, потому что он обеспечивает меньшее электрическое воздействие на компоненты.

Вывод.

Моделирование размещения печатных плат в трехмерном объеме блока – это необходимый этап проектирования электронных средств с учетом ЭМС. Проведение симуляций позволяет оптимизировать компоновку плат, снизить взаимное влияние компонентов и обеспечить безопасный уровень электрического поля в корпусе блока. Результаты моделирования помогают принимать информированные решения по выбору материалов, компоновке и защите от электромагнитных помех, что позволяет создавать надежные и эффективные электронные средства.

Источники

1. Свешников В.П. Электромагнитная совместимость: Справочник. М., 2004.

2. Свешников В.П. Электромагнитная совместимость технических средств: учебник для вузов. М., 2010.

3. Дятлов Е.И. Электромагнитная совместимость: Основы проектирования. М., 2008.

4. Гурина Л.А. Электромагнитные помехи и методы защиты: Атомиздат, 2006. 105 с.

5. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005.

6. Медведев А.М. Технология производства печатных плат. М.: Техносфера, 2005.

7. Правила защиты устройств проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и имеющего влияния линий электропередачи. Ч. 1. М.: Энергия, 1966. 38 с.

8. Бургсдорф В.В., Якобс А.И. Заземляющие устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1987. 400 с.

УДК 519.866

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ФИНАНСОВОМ АНАЛИЗЕ: РИСКИ И ДОХОДНОСТИ

Сафронова Виолетта Витальевна
ФГБОУ ВО «ДонНУЭТ», г. Донецк, ДНР
violettakim1324@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются основные математические модели, применяемые в финансовом анализе, такие как модели оценки активов, модели временных рядов. Особое внимание уделено методам оценки и управления рисками, включая анализ чувствительности и сценарное моделирование. Доклад также включает примеры практического применения математических моделей для оценки инвестиционных портфелей и прогнозирования доходностей.

Ключевые слова: математические модели, финансовые рынки, анализ, финансовый анализ, модели, риски.

MATHEMATICAL MODELING IN FINANCIAL ANALYSIS: RISKS AND RETURNS

Safronova Violetta Vitalievna
DonNUET Federal State Budgetary Educational Institution, Donetsk, DPR
violettakim1324@gmail.com

Abstract. The article discusses the main mathematical models used in financial analysis, such as asset valuation models, time series models, and simulation methods. Special attention is paid to risk assessment and management methods, including sensitivity analysis and scenario modeling. The report also includes examples of the practical application of mathematical models for evaluating investment portfolios and forecasting returns.

Keywords: mathematical models, financial markets, analysis, financial analysis, models, risks.

Финансовые рынки представляют собой сложную и динамическую систему, в которой участники стремятся прогнозировать и анализировать колебания цен активов с целью принятия обоснованных инвестиционных решений. В условиях современного информационного общества и глобализации, точность и скорость анализа финансовых рынков становятся критически важными для достижения конкурентных преимуществ.

Одним из наиболее эффективных подходов к обеспечению более точного и результативного анализа финансовых рынков является применение математических моделей. Эти модели служат инструментами, позволяющими систематизировать, измерять и прогнозировать изменения цен и других финансовых переменных, основываясь на статистических и вероятностных методах.

Финансовые рынки характеризуются сложной структурой, включающей разнообразные инструменты, такие как акции, облигации, фьючерсы и опционы. Сложность этих рынков обусловлена высокой степенью неопределенности, связанной с множеством факторов влияния, включая геополитические события, макроэкономические индикаторы, политику центральных банков и поведение отдельных участников. Это создает значительные трудности в предсказании рыночных движений, поскольку множество гипотез могут одновременно применяться или противоречить друг другу, что приводит к повышенному уровню рыночного риска и неопределенности для инвесторов [1].

Учитывая вышеперечисленные сложности и неопределенности, научные исследования сосредоточены на разработке и внедрении математических моделей для анализа и прогнозирования рыночных движений. Модели, основанные на теории вероятности, статистике, машинном обучении и других математических дисциплинах, используются для систематизации, измерения и управления рисками. Применение этих моделей позволяет участникам рынка лучше понять взаимосвязь между различными переменными, прогнозировать потенциальные изменения и принимать более информированные решения.

В финансовом анализе применяются различные математические модели, которые позволяют оценивать активы, анализировать временные ряды и проводить симуляции для прогнозирования будущих рыночных движений. Основные из них включают модели оценки активов, модели временных рядов и методы симуляции.

Модели оценки активов представляют собой инструменты, используемые для определения справедливой стоимости финансовых активов. Одной из наиболее известных моделей является модель дисконтированных денежных потоков (DCF), которая основывается на концепции, что стоимость актива равна приведенной стоимости ожидаемых будущих денежных потоков, генерируемых этим активом. Эта модель учитывает временную стоимость денег и позволяет инвесторам оценивать, насколько текущая цена актива соответствует его внутренней стоимости. Другой важной моделью является модель оценки капитальных активов (CAPM), которая связывает ожидаемую доходность актива с его рыночным риском, измеряемым бета-коэффициентом. CAPM используется для оценки стоимости собственного капитала и определения требуемой доходности на основе соотношения риска и доходности [2].

Модели временных рядов используются для анализа и прогнозирования данных, собранных в последовательности во времени. К основным методам относятся авторегрессионные интегрированные модели скользящего среднего (ARIMA), которые позволяют выявлять и моделировать зависимости в данных, а также сезонные колебания и тренды. Модели GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) применяются для анализа волатильности финансовых временных рядов, позволяя инвесторам оценивать риск и принимать обоснованные решения. Эти модели особенно полезны в условиях нестабильности рынка, когда волатильность может изменяться со временем [3].

Оценка и управление рисками являются ключевыми аспектами финансового анализа и инвестиционного менеджмента. В этом контексте применяются различные методы, такие как анализ чувствительности и сценарное моделирование, которые позволяют инвесторам и аналитикам оценивать потенциальные риски и принимать обоснованные решения.

Анализ чувствительности представляет собой метод, который используется для определения того, как изменения в ключевых параметрах модели влияют на результаты. Этот метод позволяет инвесторам понять, какие переменные наиболее критичны для их моделей и как они могут повлиять на общую доходность или риск инвестиционного портфеля [4].

К примеру, использования данного анализа рассмотрим инвестиционный портфель, состоящий из акций и облигаций. При проведении анализа чувствительности можно изменить предположения о доходности акций и облигаций на определенный процент, например, на 1%. Затем можно оценить, как это изменение повлияет на общую доходность портфеля. Если портфель высокочувствителен к изменениям в доходности акций, это указывает на необходимость более тщательного мониторинга и анализа этих активов.

Сценарное моделирование — это метод, который позволяет анализировать различные сценарии будущих событий и их влияние на финансовые результаты. Этот подход помогает инвесторам оценивать, как различные макроэкономические условия, изменения в рыночной среде или специфические события могут повлиять на их инвестиции [5].

К примеру, инвестор может создать несколько сценариев для своего портфеля, включая оптимистичный, пессимистичный и базовый сценарий. В каждом сценарии будут изменены ключевые параметры, такие как экономический рост, уровень процентных ставок и инфляция. Затем инвестор может оценить, как каждый из этих сценариев повлияет на доходность портфеля и связанные с этим риски. Это позволяет лучше подготовиться к потенциальным изменениям на рынке.

Таким образом, использование математических моделей в финансовом анализе предоставляет мощные инструменты для оценки активов, анализа временных рядов и симуляции различных сценариев, что в конечном итоге способствует более эффективному управлению инвестиционными рисками и принятию обоснованных решений на финансовых рынках.

Источники

1. Мусин А.Р. Экономико-математическая модель прогнозирования динамики финансового рынка /А.Р. Мусин/ Статистика и экономика. 2018. №4. С. 87-88

2. Барановская, Т.П. Современные математические методы анализа финансово-экономического состояния предприятия // Барановская Т.П., Коваленко А.В., Кармазин В.Н., Уртенов М.Х. Краснодар: КубГАУ, 2017. 250 с.

3. Пилюгина А.В. Использование моделей Arima для прогнозирования валютного курса / А.В. Пилюгина, А.А. Бойко // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2015. №4 (32).

4. Кузякин Д.А. Основные факторы, влияющие на формирование цен на финансовые активы рынка финансовых ресурсов, и их значение в современной экономике // Вестник ТГУ. 2019. №9. С. 67

5. Анализ финансовых рынков и торговля финансовыми активами. М.: Питер, 2021. 240 с.

УДК 612.171.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА РЕБЕНКА: РАСШИРЕННЫЙ АНАЛИЗ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРИМЕНЕНИЕ

Сеченева Екатерина Викторовна, Моргунов Никита Романович, Евстигнеева Елизавета Павловна
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия
ekaterina48_48_secheneva@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается математическое моделирование теплового баланса новорожденного ребенка с целью оценки факторов, влияющих на изменение температуры тела. Применена численная модель, учитывающая конвекцию, радиацию, теплопроводность и метаболическую теплопродукцию. Проведено моделирование в среде MATLAB, позволяющее исследовать влияние параметров, таких как температура окружающей среды, масса тела, площадь поверхности кожи и коэффициенты теплоотдачи. Полученные результаты демонстрируют критическую роль внешних условий в терморегуляции новорожденных и могут быть использованы для оптимизации ухода в неонатальных отделениях.

Ключевые слова: тепловой баланс, новорожденные, терморегуляция, гипотермия, гипертермия, моделирование, MATLAB, теплообмен.

MODELING THE THERMAL BALANCE OF A NEWBORN: ADVANCED ANALYSIS, PERSPECTIVES, AND APPLICATIONS

Secheneva Ekaterina Viktorovna, Morgunov Nikita Romanovich, Evstigneeva Elizaveta Pavlovna
TSTU, Tambov, Russia
ekaterina48_48_secheneva@mail.ru

Abstract. This article presents a mathematical modeling approach to the thermal balance of a newborn to assess the factors influencing body temperature regulation. A numerical model was applied, considering convection, radiation, thermal conduction, and metabolic heat production. The simulation was conducted in MATLAB, allowing for the analysis of parameters such as ambient temperature, body mass, skin surface area, and heat transfer coefficients. The results highlight the critical role of external conditions in neonatal thermoregulation and can be used to optimize care in neonatal units.

Keywords: thermal balance, newborns, thermoregulation, hypothermia, hyperthermia, modeling, MATLAB, heat transfer.

Поддержание теплового баланса ребенка является одним из ключевых аспектов медицинского ухода за новорожденными, особенно в первые часы их

жизни. Понимание механизмов теплообмена в организме младенца позволяет разрабатывать эффективные стратегии предотвращения гипотермии и гипертермии [1]. Это критически важно для снижения уровня заболеваемости и смертности среди новорожденных. В работе рассматривается математическая модель тепло- и массопереноса недоношенного ребёнка в неонатальном инкубаторе, приведены её основные уравнения, лежащие в основе теплового баланса, а также обосновано применение методов математического моделирования в современной медицинской практике, отражены перспективы дальнейшего развития применения математических моделей в неонатологии [2].

Тепловой баланс организма определяется разницей между количеством тепла, которое он вырабатывает, и тем, которое теряет. Основные механизмы теплообмена включают конвекцию – теплоотдачу через движение воздуха, радиацию – излучение тепла телом в окружающую среду, теплопроводность – передачу тепла через непосредственный контакт с твердыми поверхностями, а также испарение – потери тепла вследствие испарения влаги с поверхности кожи. Оптимальная температура тела младенца поддерживается в пределах от 36,5 до 37,5 градусов Цельсия [1-2]. Однако у новорожденных терморегуляция несовершенна, что делает их особенно уязвимыми к переохлаждению, когда температура тела опускается ниже 36,5°C, и перегреву, когда температура тела превышает 37,5°C.

Математическое моделирование теплового баланса позволяет количественно оценить потери тепла через различные механизмы теплообмена. Количество тепла, теряемого организмом вследствие конвекции, определяется выражением:

$$Q_{conv} = h_c A(T_{body} - T_{air}) \quad (1)$$

где h_c – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м²·°C), A – площадь поверхности тела, м², T_{body} – температура тела, °C, T_{air} – температура окружающего воздуха, °C.

Чем выше разница температур между телом ребенка и окружающей средой, тем большее количество тепла теряется через конвекцию.

Теплоотдача посредством излучения рассчитывается по закону Стефана-Больцмана:

$$Q_{rad} = \sigma \epsilon A((T_{body} + 273.15)^4 - (T_{air} + 273.15)^4) \quad (2)$$

где Q_{rad} – потери тепла через радиацию (Вт), σ – постоянная Стефана-Больцмана, равная Вт/(м²•К⁴), ϵ – коэффициент излучательной способности кожи, который зависит от ее состояния и влажности, A – площадь поверхности тела (м²), T_{body} – температура тела ребенка в градусах Цельсия (°C), T_{air} –

температура окружающей среды (°C), 273.15 – константа, необходимая для перевода температуры из градусов Цельсия в Кельвины.

Излучение является одним из главных механизмов потери тепла у младенцев, особенно в холодной среде.

Если тело ребенка соприкасается с холодной поверхностью, то происходит передача тепла по механизму теплопроводности. Количество теряемого тепла определяется выражением:

$$Q_{cond} = kA(T_{body} - T_{surface}), \quad (3)$$

где k – коэффициент теплопроводности контакта, Вт/(м²·°C), $T_{surface}$ – температура поверхности, с которой контактирует тело, °C.

Особенно важно минимизировать потери тепла через теплопроводность при укладывании новорожденного на холодные поверхности.

Для исследования динамики изменения температуры тела младенца в зависимости от окружающих условий разработана простая математическая модель, реализованная в среде MATLAB. Программа позволяет рассчитывать потери тепла через все механизмы теплообмена и прогнозировать изменения температуры тела во времени. Несмотря на простоту модели, её применение удобно для демонстрации основных элементов тепло- и массопереноса в условиях образовательного процесса. Результаты моделирования показывают, что температура тела младенца снижается быстрее в условиях низкой окружающей температуры, высокой скорости воздуха, которая усиливает конвекцию, и контакта с холодными поверхностями.

На рис. 1 отражена динамика изменения температуры тела новорожденного. Форма кривой демонстрирует постепенное повышение температуры тела ребенка, начиная с 36,5°C и приближаясь к 37°C.

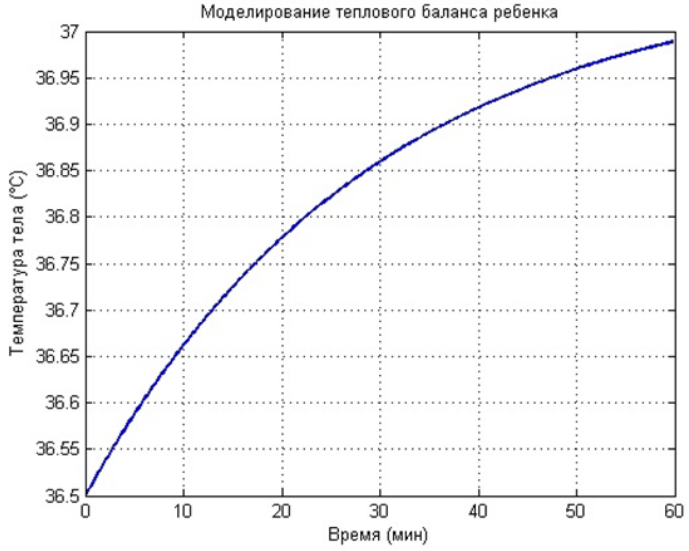


Рис. 1. Динамика температуры тела ребенка

На начальном этапе времени температура тела увеличивается быстрее, а затем процесс стабилизируется, приближаясь к 37°C. Этот результат демонстрирует эффективность терморегуляции при наличии подходящих условий, таких как комфортная температура окружающей среды и минимизация тепловых потерь.

Перспективы исследований, связанных с математическими моделями тепло- и массопереноса новорождённых, в первую очередь, направлены на более точное и подробное отражение процессов метаболизма, а также взаимодействия тепловых процессов ребёнка и элементов неонатального инкубатора [3-5]. Разработка новых математических моделей тепло- и массопереноса обусловлена необходимостью их применения при оценке эффективности перспективных методов автоматического управления [4, 5].

Моделирование теплового баланса ребенка – важный инструмент в неонатологии и биомедицинской инженерии. Развитие и совершенствование подобных моделей позволяет не только предотвращать гипотермию и гипертермию у новорожденных, но и оптимизировать медицинские устройства и технологии ухода. В перспективе интеграция таких моделей с системами машинного обучения позволит повысить точность диагностики и мониторинга состояния младенцев.

Источники

1. Современное состояние и тенденции в области исследований и разработок неонатальных инкубаторов / С. В. Фролов, А. А. Коробов, К. С. Савинова, А. Ю. Потлов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. Т. 11, № 4(43). DOI 10.26102/2310-6018/2023.43.4.016.

2. Построение имитационной модели неонатального инкубатора с нейроконтроллером / С.В. Фролов, А.А. Коробов, К.С. Савинова, А.Ю. Потлов // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2024. Т. 1. С. 573-577.

3. Экспериментальная установка для исследования особенностей управления микроклиматом в неонатальных инкубаторах с использованием гидродинамического фантома новорожденного / С.В. Фролов, А.А. Коробов, К. С. Савинова [и др.] // Биомедицинская радиоэлектроника. 2024. Т.27, №2. С.52-59.

4. Use of a neural controller and electrochromic glazing in incubators for neonates for adaptive simulation of day/night changes / A.Yu. Potlov, S. V. Frolov, A. A. Korobov, K. S. Savinova // Biomedical Engineering. 2024. Vol.58, №4. P. 234-237.

5. Использование нейроконтроллера и электрохромного остекления в инкубаторах для новорожденных для адаптивной имитации смены дня и ночи / А.Ю. Потлов, С.В. Фролов, А.А. Коробов, К.С. Савинова // Медицинская техника. 2024. № 4(346). С. 14-16.

УДК 004.94

ИМИТАЦИОННОЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ С КОЭФФИЦИЕНТАМИ СЕЗОНОСТИ

Сидляр Михаил Юрьевич, Ковалев Сергей Владимирович, Ковалева Ольга Александровна
Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия
m1kmikl@yandex.ru

Аннотация. В статье рассказывается об имитационной модели программного комплекса, описывающей развитие эпидемий в заданной локальной местности. Описывается значение и сезонности в модели, а также допущения, фрагмент математической модели связанной с сезонностью. В статье представлен программный код на языке Delphi, показывающий работу с сезонными коэффициентами, влияющими на активность заражения агентов. Показаны графики сравнения с различными сезонными коэффициентами.

Ключевые слова: мультиагентное моделирование, имитационная модель, распространение эпидемий, сезонность.

MULTIAGENT SIMULATION MODELING OF INFECTIOUS DISEASE SPREAD WITH SEASONALITY COEFFICIENTS

Mikhail Yuryevich Sidlyar, Sergey Vladimirovich Kovalev, Olga Aleksandrovna Kovaleva
Tambov State University named after G.R. Derzhavin. G.R. Derzhavin, Tambov, Russia
m1kmikl@yandex.ru

Abstract. The article describes a simulation model of a software package that describes the development of epidemics in a given local area. The significance and seasonality in the model are described, as well as assumptions, a fragment of a mathematical model related to seasonality. The article presents a program code in Delphi language, demonstrating work with seasonal coefficients, influencing the activity of infection of agents. Comparison graphs with different seasonal coefficients are shown.

Keywords: multi-agent modeling, simulation model, epidemic spread, seasonality.

Многие заболевания имеют явные сезонные признаки. Это характеризуется не только цветением определенных растений и пробуждением насекомых, распространяющих вирусные заболевания [1]. Это также может характеризоваться прогретостью воздуха, среднесуточными температурами, а также влажностью воздуха [2]. Все эти характеристики формируют периодический годовой цикл активизации и сезонность заболевания. Вспышки

вирусных заболеваний происходят в зимнее время года. Будем считать, что локальная сезонность – влажность и температурный режим соблюдаются в городе, области, федеральном субъекте, замкнутой от миграции от другой сезонной картины.

В программном комплексе [3] по распространению эпидемической угрозы авторами рассматривается мультиагентная модель, в которой каждый агент движется по своей траектории внутри геополя, заражая с некоторой вероятностью своих соседних агентов. В этом комплексе рассматриваются данные о демографических свойствах агента и общей системы, вариантность и тяжесть протекания заболевания в зависимости от возраста и пола. В программном комплексе рассматривается вопрос и настройка сезонного усиления вероятности заболевания.

В массиве сезонов mysezony:array[1..12,1..2]of integer; описываются 12 сезонных параметров, которые включают две числовые характеристики: длительности и корректировку заражения. Длительность сезона может быть числом от 0 до 100. Число 0 характеризует отстствие сезона. 12 сезонов может показывать вариант работы с тем, что имеется вариант корректировки по каждому месяцу. В этом случае в первый индекс массива будем вводить длительность каждого месяца: 31, 28, 31,… 31. В более общем случае, возможны периодики, не совпадающие с длительностью календарного года, а также имеется возможность настройки разных сезонов на любой периодический отрезок из 12 сезонных вариантов. Второй индекс массива характеризуется числом от -100 до 400, при которым интенсивность заражения будет меняться. При –100 – заражение от агента стремится к нулю.

Рассмотрим модель

1. Агенты движутся случайно по прямоугольному полю – гео-плоскости. Время дискретно: 1 итерация, за которую агенты передвигаются, меняют состояния, пересчитывается статистика. Имеется перевод итераций в календарные дни с помощью коэффициента активности.

2. У каждого агента имеются состояния: здоровый (подверженный болезни), заразившийся, выздоровевший. Дополнительные состояния: иммунитет, умерший рассчитываются на вероятностной основе. Состояние выздоровевший определяется по истечению времени.

3. Агент взаимодействует одновременно со всеми окружающими его агентами, а также считывает данные характеристики с поля гео-пространства, на котором он находится.

4. Имеется сезонность – внесение данных понижающих или увеличивающих вероятность заражения в зависимости от времени года. Кроме вероятности – можно настроить длительность сезона и стартовый день.

Рассмотрим сезонность. В сезонном варианте весь диапазон дней разбивается на подмножества, в каждом из которых вероятности заразить у всех агентов понижаются. Календарный год на 12 рабочих сезонов-месяцев. У каждого сезона два параметра – длительность и сезонная вероятность заражения. Пусть $S = \{sezon_1, sezon_2, sezon_3, \dots, sezon_{12}\}$. $sezon_i[sezondliteln, Psezon]$, где $sezondliteln$ – длительность сезона, а $Psezon$ - коррекция вероятности заражения в процентах $-100 \le Psezon \le 400$, при параметр $Psezon = -100$ будет полное отсутствие заражения, а при $Psezon = 0$ – останется текущая вероятность, в то время как $Psezon = 100$ вероятность заражения от агента возрастет в два раза. Начало и конец каждого сезона рассчитываются по формуле $sezon_n[finish] = sezon_n[start] + sezon_i[sezondliteln]$, $sezon_1[start] = 1$, $sezon_{n+1}[start] = sezon_n[finish] + 1$. Пусть длительность условного года, после которого идет цикличность сезонов составляет $God = \sum_{i=1}^{12} sezon_i[sezondliteln]$. Пусть T – номер дня с начала эпидемического процесса. Расчет времени идет в итерациях τ. Для перехода в календарные сутки используется коэффициент активности kol_tik_day, показывающий сколько в одном дне действий каждого агента. $T = \tau / kol_tik_day$, где деление считаем целочисленным. Tg – номер дня в году $Tg \equiv T (mod\ God)$. Найдем номер сезона NS. Существует $\exists q$, что выполняется условие $sezon_q[start] \le Tg \le sezon_q[finish]$, тогда $NS = q$ номер сезона равен NS. Тогда вероятность заражения от каждого агента меняется с учетом сезонного коэффициента заражения:

$$a_i[Pzaraj = (1 + sezon_{NS}[Psezon]/100)].$$

В каждый момент времени длительность пересчитывается в номер сезона (месяца), после чего на параметр вероятность заражения накладывается условие.

Приводим программный код:

```
if bool_sezon then begin // если имеется сезонность
  if numttikz=1 then begin // при проверке точки перехода 1 раз в день
konsezon:=konsezon-hachsezon; // вычисляем окончание сезона в днях
end;
        if startowday+numdayz>konsezon then begin // если текущий день больше, чем дата окончания сезона, то вычисляем номер следующего сезона
            repeat //  организуем цикл подбора сезона
             teksezon:=teksezon+1; // увеличиваем номер сезона на 1
             if teksezon>=13 then teksezon:=1; // если номер сезона перешел допустимое количество, переставляем его в начало
            until mysezony[teksezon,1]>0; // если длительность сезона больше нуля и сезон существует, то мы выходим из поиска номера сезона
```

```
konsezon:=konsezon+mysezony[teksezon,1];  // пересчитываем конец нового сезона
if teksezon=1 then  mytekgodx:=mytekgodx+1; // пересчитываем номер календарного года
end;  end;  // конец сезонности
```

в программном коде в месте, где вычисляется общая активность заражения у каждого конкретного агента в случае сезонности, происходит изменения данных.

```
if bool_sezon then begin // если есть сезонность
uu:=mysezony[teksezon,2]; // вычисляем коррекцию зараженного агента
maxzaraj:=maxzaraj+round(maxzaraj*uu/100);  // активность заражения пересчитываем от текущего значения, учитывая принцип сезонности
end;
```

Рассмотрим эксперимент.

Рассмотрим сезонность заболевания: рассмотрим коэффициенты: январь 150, февраль 180, март 250, апрель 50, май –10 , июнь –40, июль –80, август –90, сентябрь –20, октябрь 25, ноябрь 70, декабрь 120. Отрицательные коэффициенты показывают противодействие среды развитию эпидемии. При указанных коэффициентах рассмотрим два стартовых дня 2 февраля (рис.1) и 5 мая (рис.2).

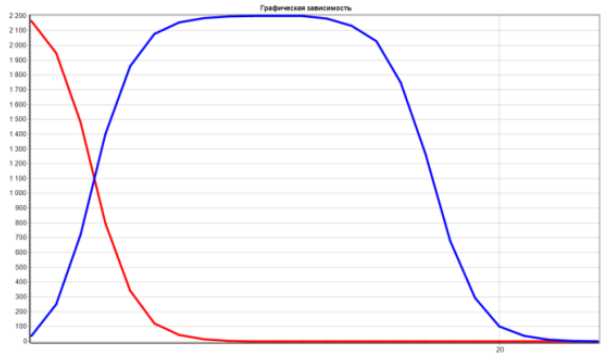


Рис.1. Сезонный график. Старт в феврале

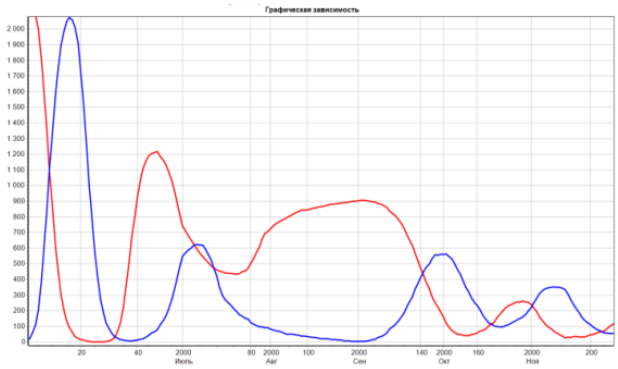


Рис.2. Сезонный график. Старт в мае

При количестве элементов гео-плоскости 100x100 элементов и плотности заполнения в 22%. Параметры движения: радиус 5, вероятность заражения p=9/1000. Длительность заболевания в 14 дней. При наличие летальности и иммунитета, образуются повторные заражения. В экспериментах нет естественной смертности и внешней миграции.

Быстрое развитие эпидемии 2 февраля характеризует вспышку эпидемии, после которой за два месяца все агенты переболели, и эпидемия закончилась. Этот вариант показан на рисунке 1. Вариант 5 мая характеризуется графиком рисунка 2.

Синие графики функций показывают изменение количества больных в сутках. Красный график показывает количество восприимчивых (здоровых). На рисунке 2 виден период резкого спада больных с 600 до 50 с середины июля до середины сентября, после чего в осенний период снова идет подъем заболеваемости и в замкнутой системе количество к декабрю стабилизируется на уровне 50 восприимчивых, 50 больных, после чего в начале февраля развитие эпидемии будет завершено.

При наличие зараженных в неблагоприятное к развитию эпидемии время года, заражение распространяется медленно, быстро сходит в стадию затухания. Без наличия противодействия – заболевание вылечивается у ограниченного числа зараженных агентов. При наличие заболеваемости в сезон благоприятствующий его развития идет всплеск его распространения, резко увеличивается число зараженных агентов. Проходя к неблагоприятному сезону, число заражений идет на спад, число новых зараженных агентов стремится к нулю, агенты медленно выздоравливают, эпидемия затухает. В случае короткого инкубационного периода, короткого периода болезни и длинного периода до повторного заражения этим же штаммом эпидемии, количество заболевших агентов может снизится к критической для эпидемии отметке – и население полностью может выздороветь от этой болезни.

Источники

1. Абдрахманова З.О., Нурматов З.Ш., Суранбаев С.Т. Сезонность вирусного гепатита а в Кыргызской республике// Здравоохранение Кыргызстана. 2024. № 1. С. 35-40.

2. Галимзянов Х.М., Бедлинская Н.Р., Никешина Н.Н. Фактор сезонности и диагностика регионально значимых инфекционных заболеваний //Вестник Дагестанской государственной медицинской академии. 2021. № 1 (38). С. 5-11.

3. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2023618517 Программный комплекс мультиагентного моделирования развития эпидемической ситуации. Случай поливолнового заражения /М.Ю. Сидляр, О.А. Ковалева, С.В. Ковалев. – Заявка № 2023617550 дата поступления 26 апреля 2023г.

УДК 656.259.12

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛОКОМОТИВНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ РЕЛЬСОВОЙ ЦЕПИ

Скоробогатов Максим Эдуардович
ФГБОУ ВО «ИрГУПС», г. Иркутск, Россия
Skorobogatov_ME@irgups.ru

Аннотация. В настоящей статье представлена имитационная модель тональной рельсовой цепи для режима автоматической локомотивной сигнализации с учётом шумов в канале распространения сигнального тока. Модель собрана в среде математического и имитационного моделирования SimInTech. Её верификация осуществлялась по величине коэффициента автоматической локомотивной сигнализации, рассчитанного в зависимости от уровня, протекающего под локомотивными катушками сигнального тока, отдельно для несущих частот 25, 50 и 75 Гц при изменении места расположения поездного шунта.

Ключевые слова: рельсовая цепь, режим АЛС, имитационная модель, рельсовая линия, схема замещения.

SIMULATION OF THE AUTOMATIC LOCOMOTIVE SIGNALING MODE OF THE RAIL CIRCUIT

Skorobogatov Maxim Eduardovich
ISTU, Irkutsk, Russia
Skorobogatov_ME@irgups.ru

Abstract. This article presents a simulation model of a rail circuit for the automatic locomotive signaling mode, taking into account noise in the signal current propagation channel. The model is assembled in the SimInTech mathematical and simulation environment. Its verification was carried out by the value of the coefficient of automatic locomotive signaling, calculated depending on the level flowing under the locomotive coils of the signal current, separately for carrier frequencies of 25, 50 and 75 Hz when changing the location of the train shunt.

Keyword: rail circuit, ALS mode, simulation model, rail line, replacement circuit.

Неотъемлемым аспектом перевозочного процесса на железнодорожном транспорте является его безопасность и бесперебойность. Одним из технических средств, способных выполнять указанные требования является рельсовая цепь (РЦ). Она представляет собой совокупность рельсовой линии (РЛ), а также устройств, подключаемых на питающем и релейном концах.

Наиболее распространённым типом РЦ в настоящий момент являются тональные рельсовые цепи (ТРЦ). В их основе лежит введение амплитудно-модулированного (АМ) сигнала в РЛ на питающем конце, и его последующая обработка на релейном конце с помощью путевого приёмника. Это позволяет исключить изолирующие стыки из состава РЦ, в связи с чем в ТРЦ появляются зоны дополнительного шунтирования [1].

Для обеспечения качественной и надёжной работы РЦ каждую из них необходимо проверить на работоспособность [2]. Одним из режимов работы РЦ является режим автоматической локомотивной сигнализации (АЛС). В данном режиме первая колесная пара подвижного состава занимает самую дальнюю от питающего конца точку РЦ. Величина тока АЛС в РЦ при этом должны быть не ниже номинального. В случае несоответствия расчётных значений показателей работы номинальным, такая РЦ считается не работоспособной [3-4]. На рис.1 представлена схема замещения ТРЦ для режима АЛС.

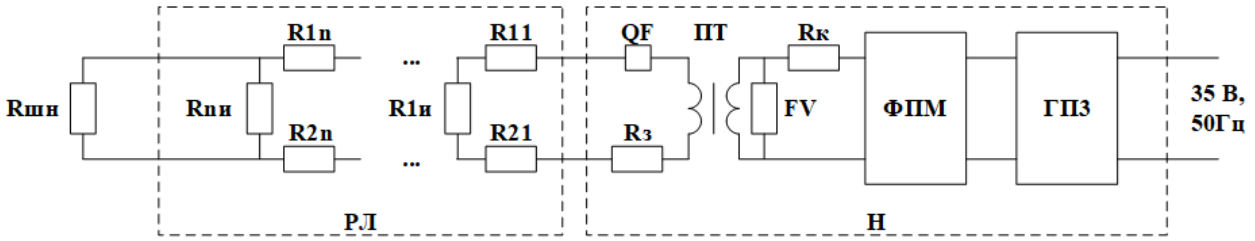


Рис. 1. Схема замещения РЦ в режиме АЛС

Схема замещения состоит из четырёхполюсника начала (Н), четырёхполюсника РЛ и сопротивления поездного шунта (Rшн).

Четырёхполюсник Н служит для формирования, фильтрации и ввода в РЛ сигнального тока. Состоит из путевого генератора ГПЗ, путевого фильтра ФПМ, а также устройств согласования и защиты. Для перегонной РЦ при децентрализованном размещении оборудования указанные устройства располагаются в релейных шкафах в непосредственной близости у границы РЦ, для станционной – часть оборудования располагается в здании поста электрической централизации, часть в путевом ящике около изолирующих стыков.

Четырёхполюсник РЛ представляет собой схему замещения рельсовых нитей, построение которой базируется на модели длинных линий, то есть с учётом распределённых параметров. Основными из них являются удельное сопротивление линии, удельная индуктивность, удельная проводимость и удельная ёмкость. Однако, в связи с низкой частотой полезного сигнала АЛС (25, 50 или 75 Гц) удельная индуктивность и ёмкость не оказывают значительного влияния на формо-временные параметры числового кода и могут не учитываться. За удельное сопротивление линии принимается сопротивление

рельсов, которое составляет R_{25} = 0,5 Ом/км для частоты 25 Гц, R_{50} = 0,8 Ом/км для частоты 50 Гц и R_5 = 1,07 Ом/км для частоты 75 Гц. Проводимость линии учитывается с помощью сопротивления балласта, наихудшим значением которого является $R_и$ = 0,5 Ом·км.

В качестве элемента, по которому оценивается значение тока АЛС, протекающего под локомотивными приёмными катушками, выступает колесная пара. На схеме замещения она представлена в виде сопротивления $R_{Ш}$ = 0,06 Ом, которое складывается из сопротивления колёсной пары (≈0,01 Ом) и сопротивления стыка колесо-рельс (≈0,05 Ом).

Исследование режима АЛС с помощью аналитического расчёта не учитывает влияние прочих сигналов и помех, влияющих на работу РЦ, поэтому для более качественно расчёта могут быть использованы инструменты математического и имитационного моделирования [5]. На рис. 2 представлена имитационная модель ТРЦ для режима АЛС, разработанная в среде SimInTech [6].

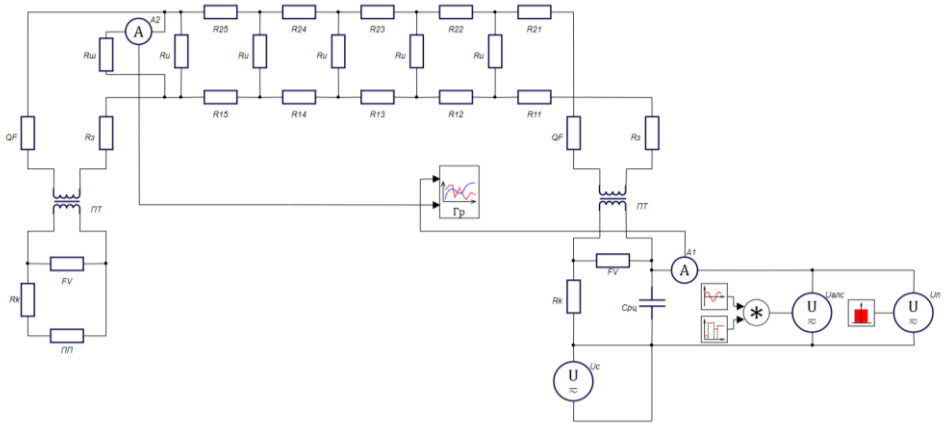


Рис. 2. Имитационная модель РЦ в режиме АЛС

Имитационная модель представляет собой ТРЦ длиной 500 м и состоит из:

Uс – источник АМ-сигнала с несущей частотой 420 Гц и модулирующей – 8 Гц;

Rк – резистор, учитывающий сопротивление кабельной линии (400 Ом);

FV – разрядник;

Срц – конденсатор для ввода сигналов АЛС (4мкФ);

Uалс – источник тока АЛС;

Uш – источник белого шума;

QF – автоматический выключатель мощности;

Rз – защитный резистор (1,1 Ом);

Rи – сопротивление изоляции (0,5 Ом · км);

R11-R15, R21-R25 – сопротивление РЛ;

Rш – сопротивление колёсной пары (0.06 Ом);

ПТ – путевой трансформатор (n = 38);

ПП – путевой приёмник (160 Ом);

А1, А2 – амперметры;

Гр – многоканальный осциллограф.

При выполнении имитационного моделирования амплитудное значение тока АЛС под приёмными катушками (на сопротивлении Rш) устанавливалось равным 1,4 А. В процессе моделирования осуществлялась регистрация уровня тока АЛС под локомотивными катушками с последующим расчётом коэффициента АЛС (рис. 3).

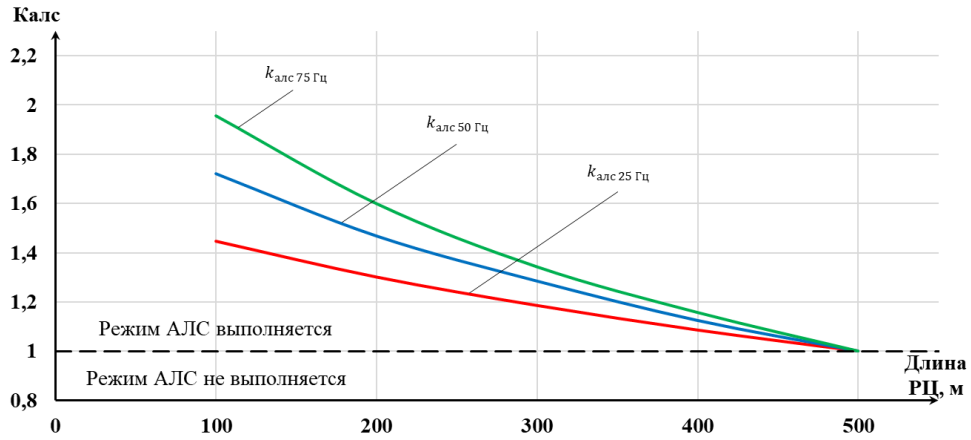


Рис. 3. Ток АЛС: а) на входе РЦ; б) под катушками АЛС

На рис.3 представлены графики зависимости коэффициента АЛС от длины РЛ для частот АЛС 25 ГЦ (показан красным цветом), 50 Гц (показан синим цветом), 75 Гц (показан зелёным цветом) и пороговое значение коэффициента АЛС (показано штриховой линией). Коэффициент АЛС при этом определяется по формуле:

$$k_{\text{АЛС}} = \left|\dot{I}_{\text{АЛС Ф}}\right| \Big/ I_{\text{АЛС Н}},$$

где $\left|\dot{I}_{\text{АЛС Ф}}\right|$ – модуль фактического значения тока АЛС, протекающего под приёмными катушками;

$I_{\text{АЛС}}$ – номинальное значения тока АЛС (1,4 А для несущих частот 25 и 75 Гц при электротяге переменного тока и 2,0 А для частоты 50 Гц при автономной тяге).

Как видно из рис. 3 значение коэффициента АЛС для всех частот несущего сигнала при измерении значения тока АЛС в разных точках РЦ находится выше порогового значения, что говорит о соответствии имитационной модели условиям режима АЛС. Также из графиков $k_{\text{АЛС}}$ для разных частот несущего сигнала видно, что его значение возрастает с уменьшением ординаты наложения

шунта, что согласовывается с классической теорией линейных электрических цепей.

Таким образом, представленная в настоящей статье имитационная модель может быть использована для теоретического расчёта режима АЛС ТРЦ и определения её граничных параметров.

Источники

1. Скоробогатов М.Э. Автоматизация определения длин зон дополнительного шунтирования тональных рельсовых цепей / М. Э. Скоробогатов, В. А. Целищев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. № 12. С. 9-13.

2. Методика определения порогового значения отношения сигнал/помеха для систем автоматической локомотивной сигнализации / В. В. Демьянов, А. В. Пультяков, М. Э. Скоробогатов, В. А. Алексеенко // Автоматика на транспорте. 2020. Т. 6, № 2. С. 149-164.

3. Меньших С.М. Действия локомотивных бригад при возникновении нештатных ситуаций в пути следования / С. М. Меньших, М. Н. Васильев, А. Е. Добриян // Специальная техника и технологии транспорта. 2023. № 18. С. 133-142.

4. Оценка эффективности локомотивного цифрового фильтра АЛСН при помощи полунатурных измерений / М. Э. Скоробогатов, А. В. Пультяков, В. В. Демьянов, В. А. Алексеенко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2021. № 1(81). С. 62-69.

5. Скоробогатов М.Э. Имитационное моделирование тональной рельсовой цепи в среде SIMINTECH / М. Э. Скоробогатов, А. В. Пультяков // Инновационная железная дорога. Новейшие и перспективные системы обеспечения движения поездов. Проблемы и решения: Сборник статей VII-ой междунар. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург, Петергоф: Военный институт (железнодорожных войск и военных сообщений), 2024. С. 157-164.

6. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования / Б. А. Карташов, Е. А. Шабаев, О. С. Козлов, А. М. Щекатуров. Москва: ООО "ДМК пресс. Электронные книги", 2017. 424 с. ISBN 978-5-9706-0482-3.

УДК 622.691.4:004.422.83

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ В НАРУЖНЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГАЗОПРОВОДАХ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Струцкий Николай Владимирович, Морозюк Александр Владимирович, Плотников Илья Александрович
ГП «НИИ Белгипротопгаз», г. Минск, Республика Беларусь
nickolasstrutsky@gmail.com

Аннотация. В статье освещается опыт применения метода компьютерного моделирования для расчета потерь давления газа в соединительных элементах (фитингах), используемых для монтажа наружных распределительных газопроводов из полиэтиленовых труб при организации врезки ответвлений и присоединении новых сегментов сети и потребителей газа. Представлены результаты моделирования, выполненного в программной среде SOLIDWORKS 3D CAD с применением специализированного гидрогазодинамического модуля SOLIDWORKS Flow Simulation.

Ключевые слова: распределительный газопровод, полиэтиленовый фитинг, гидравлический расчет, компьютерное моделирование, программные средства

DETERMINATION OF LOCAL HYDRAULIC RESISTANCES IN EXTERNAL POLYETHYLENE GAS PIPELINES BY COMPUTER SIMULATION

Strutsky Nikolay Vladimirovich, Moroziuk Alexandr Vladimirovich, Plotnikov Ilya Alexandrovich
Research Institute Belgiprotopgaz, Minsk, Republic of Belarus
nickolasstrutsky@gmail.com

Abstract. The article highlights the experience of using the computer modeling method to calculate gas pressure losses in connecting elements (fittings) used for the installation of external gas distribution pipelines made of polyethylene pipes, in particular, for the organization of tapping branches and connecting new segments of the network and gas consumers. The results of modeling performed in the SOLIDWORKS 3D CAD software environment using the specialized hydro-gas dynamic SOLIDWORKS Flow Simulation module are presented.

Keywords: distribution gas pipeline, polyethylene fitting, hydraulic calculation, computer modeling, software

В соответствии с существующими методиками гидравлического расчета, при определении суммарной потери давления на участке трубопровода

учитываются потери давления на преодоление сил трения и потери давления на преодоление сил инерции в местных сопротивлениях [1].

Для оценки местных сопротивлений используют коэффициент местного сопротивления ξ (КМС), представляющий собой отношение потерянной на данном участке полной энергии (мощности) к кинетической энергии (мощности) в принятом сечении, или отношение потерянного на том же участке полного давления к динамическому давлению в принятом сечении [2]:

$$\xi = \frac{\Delta p_{\text{общ}}}{\frac{\rho w^2}{2}},$$

где $\Delta p_{\text{общ}}$ – потерянное (на данном участке) полное давление, Па; ρ – плотность жидкости (газа), кг/м^3; w – скорость потока в принятом сечении, м/с.

Величина ξ зависит от вида местного сопротивления (отвод, сужение, тройник и т.д.), его геометрических параметров и режима течения потока, в связи с чем в каждом конкретном случае может существенно отличаться от каких-либо своих усредненных значений. Определение КМС может производиться опытным путем на специально оборудованных стендах для гидравлических испытаний, или теоретическим (расчетным) способом, но в любом случае представляет собой достаточно трудоемкий процесс.

В настоящее время нормативными требованиями падение давления в местных сопротивлениях газораспределительных сетей (отводы, тройники, запорная арматура и др.), для упрощения расчетов допускается учитывать путем увеличения расчетной длины газопроводов на 5 %–10 % [3, 4].

Данная норма базируется на предыдущем опыте проектирования, однако не учитывает изменившиеся технологии монтажа газопроводов, особенно, если газопровод монтируется из полиэтиленовых труб. Так, одним из самых массово применяемых элементов газораспределительной сети, особенно при газификации территорий малоэтажной застройки и сельских населенных пунктов, стали специальные полиэтиленовые фитинги (седловые фитинги со встроенной фрезой, отводы с шаровым краном, патрубки-накладки), предназначенные для устройства врезок. Их популярность обусловлена отсутствием необходимости снижения давления газа или прекращения его подачи при подключении новых потребителей и развитии газовой сети.

При этом конфигурация внутренних поверхностей данных соединительных устройств может быть достаточно сложной. Например, так называемый седловой фитинг (рис. 1) включает в себя несколько простых местных сопротивлений: тройник, отвод и сужение в месте прорезного отверстия. При значительном количестве подобных элементов, что особенно характерно для территорий малоэтажной застройки и сельских населенных

пунктов, где число ответвлений и подключаемых потребителей практически равнозначно, местные сопротивления будут оказывать на гидравлический режим газовой сети существенное влияние, требующее точной количественной оценки.

Рис.1. Седловой фитинг со встроенной фрезой

Для решения данной задачи, пользуясь инструментарием специализированного модуля SOLIDWORKS Flow Simulation, интегрированного в программную среду SOLIDWORKS 3D CAD, были созданы твердотельные модели участков газораспределительной сети с установленными фитингами (пример модели показан на рис. 2). Далее проводилось компьютерное моделирование потоковых процессов в текучей среде (Computational Fluid Dynamics modeling, или CFD-анализ) на основе метода конечного объема (Finite Volume Method, FVM).

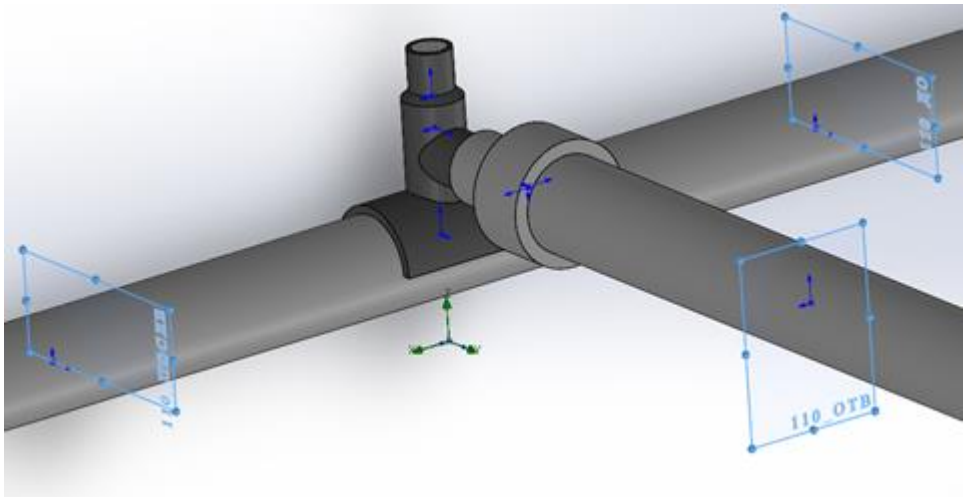


Рис. 2. Твердотельная модель седлового фитинга с вспомогательными плоскостями

Численное решение поставленной задачи осуществлялось в рамках двухпараметрической *k*-ε модели турбулентности, согласно которой перенос энергии в турбулентном потоке происходит каскадно: энергия поступает от осредненного потока к наиболее крупным вихрям и далее последовательно

передается все более и более мелким вихревым структурам, диссипирующим кинетическую энергию и передающим ее в тепловое состояние. *k*-ε модель наиболее распространена в вычислительной гидрогазодинамике для моделирования турбулентных эффектов, и исходит из уравнения Навье-Стокса для сжимаемой среды и уравнения баланса внутренней энергии и масс ее компонент [5].

Успешность численного решения уравнений и их систем в многом зависит от адекватности расчетной (вычислительной) сетки – совокупности точек (сеточных узлов), заданных в области определения некоторой функции. Соответственно, качество построения расчетной сетки тестировалось в ручном режиме путем сравнения полученных результатов с учетом оптимального времени расчета.

Компьютерное моделирование позволило детально исследовать характер течения потока среды в трубопроводных элементах, провести анализ значений и распределения скоростей на основе их графического представления. Так, показанные на рис. 3 эпюры и поля осевых составляющих скоростей для седлового фитинга в плоскостях XY и XZ наглядно демонстрируют существенную деформацию потока газа в данном соединительном элементе.

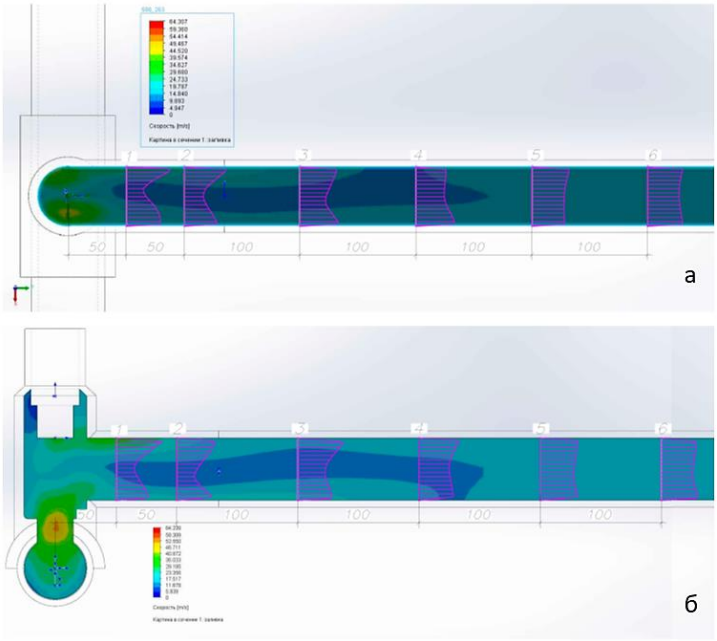


Рис. 3. Эпюры и поля скоростей для седлового фитинга:
а – в плоскости XY; б – в плоскости XZ

Результатом исследования стали численные значения потерь давления и коэффициентов местного сопротивления ξ для основных типов применяемых в настоящее время полиэтиленовых врезочных фитингов: седловых фитингов со встроенной фрезой, седловых отводов с шаровым краном, патрубков-накладок. Значения рассчитаны для полного типоразмерного ряда данных соединительных

деталей в диапазоне наружных диаметров от 63 до 315 мм и нормативных диапазонах высокого давления II категории (до 0,6 МПа), среднего (до 0,3 МПа) и низкого (до 5 кПа) давлений газа.

Полученные результаты могут найти практическое применение при проведении инженерных расчетов как проектируемых сетей газораспределения, так и существующих газопроводов, при оценке располагаемого запаса пропускной способности отдельных участков или сегментов сети, имеющих высокую плотность установки врезочных фитингов.

В целом, применение компьютерного моделирования для определения потерь давления газа в трубопроводах и трубопроводных элементах является перспективным направлением повышения точности гидравлических (газодинамических) расчетов, и, в конечном итоге, повышения качества газоснабжения потребителей.

Источники

1. Китиков В.О., Покотилов В.В. Метод гидравлического расчета энергоэффективных систем тепло- и холодоснабжения зданий // Энергоэффективность. 2019. № 11 (265). С. 24-29.

2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. Москва: Машиностроение, 1992. 672 с.

3. СН.4.03.01-2019. Газораспределение и газопотребление. Минск: Минстройархитектуры, 2020. 106 с.

4. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. М.: ЗАО «Полимергаз», 2003. 114 с.

5. Авраменко М.И. О k–ε модели турбулентности. Снежинск: Изд-во ФЯЦ. ВНИИТФ, 2010. 102 с.

УДК 004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТОПОЛОГИИ СЕТИ НАЗЕМНОГО СЕГМЕНТА ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Титков Илья Евгеньевич, Кудрявцева Юлия Александровна, Галушко Иван Витальевич
ФГК ВОУ ВО «ВАС» г. Санкт-Петербург, Россия
Ilyatitkov25@gmail.com

Аннотация. В статье представлен процесс цифрового моделирования оптимальной топологии сети для наземного сегмента космической системы, основанный на разработке модели, включающей в себя свойства и поведения исследуемой сети.

Ключевые слова: цифровое моделирование, космическая система, космический аппарат.

MODELING THE OPTIMAL TOPOLOGY OF THE GROUND SEGMENT NETWORK FOR A SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM

Titkov Ilya Evgenyevich, Kudryavtseva Julia Alexandrovna, Golushko Ivan Vitalievich
VAS, St. Petersburg, Russia
Ilyatitkov25@gmail.com

Abstract. The article presents the process of digital modeling of the optimal topology for the ground segment network of a space system, based on the development of a model that includes the properties and behaviors of the network under study.

Keywords: Digital modeling, space system, spacecraft.

В современной эпохе отмечается динамичное развитие как сетей связи, так и сопутствующих услуг. Этот прогресс предполагает не только создание инновационного оборудования, программного обеспечения и стандартов, но также необходимость грамотного проектирования самих сетей.

Определение параметров сети до её запуска играет ключевую роль, так как позволяет настроить характеристики локальной сети уже на этапе разработки. При проектировании сложных систем моделирование выступает одним из основных методов анализа и оптимизации сетевых решений. Процесс проектирования является многоэтапным и включает в себя различные взаимосвязанные виды моделирования, каждый из которых направлен на улучшение конечного результата [1].

Компьютерное моделирование является важным инструментом при решении различных задач на этапе проектирования сети. В процессе разработки модель, описывающая свойства и поведение исследуемой сети, предоставляет возможность оптимизировать её работу и управлять ключевыми параметрами.

Цифровое моделирование топологии сети является разновидностью имитационного моделирования. Имитационное моделирование (ИМ) заключается в создании модели, которая воспроизводит ключевые характеристики оригинала, основываясь на его физических или информационных принципах. Таким образом, воздействия на модель и реальный объект приводят к аналогичным изменениям свойств как у оригинала, так и у его модели.

При таком подходе к моделированию не используется единая аналитическая модель большого масштаба. Вместо этого объект представляется в виде системы, состоящей из взаимодействующих между собой элементов, которые также взаимодействуют с внешней средой. Задавая различные внешние воздействия, можно получить и проанализировать характеристики системы. В последние годы имитационное моделирование всё чаще связывают с компьютерным моделированием, что предоставляет возможность интерактивно исследовать модели широкого спектра объектов.

Имитационное моделирование заключается в воспроизведении алгоритма работы системы во времени, имитируя происходящие явления с сохранением их логической структуры и последовательности. Это позволяет на основе исходных данных получать информацию о состояниях процесса в конкретные моменты времени и оценивать характеристики системы. Одним из ключевых преимуществ данного подхода является возможность решения сложных задач. Имитационная модель представляет собой компьютерную программу, описывающую структуру и поведение реальной системы в динамике. Она предоставляет детальную статистику о различных аспектах работы системы в зависимости от входных параметров, пошагово воспроизводя события, происходящие в реальной системе. [2]

На рис. 1 представлена классификация имитационных моделей в виде блок схемы.

Моделирование сети в программе GNS3.

Для моделирования работы топологии сети наземного сегмента была использована программа GNS3. Этот инструмент является одной из наиболее востребованных платформ для эмуляции сетей и предоставляет возможность анализировать взаимодействие сетевых устройств в различных конфигурациях топологий [3].

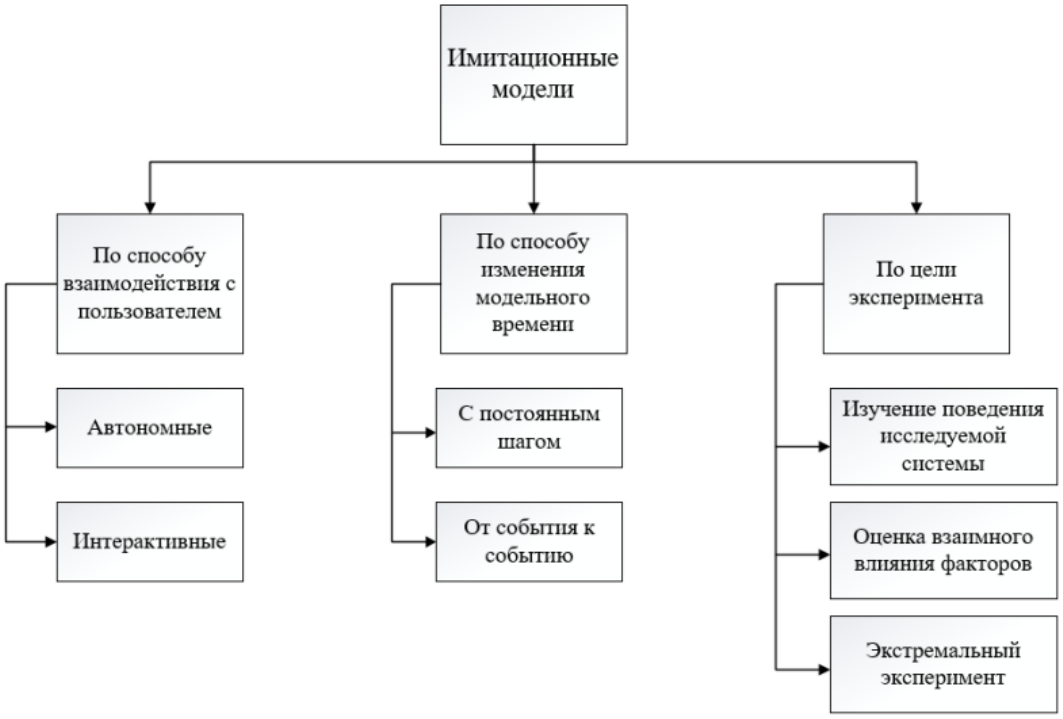


Рис. 1. Классификация имитационных моделей

1. Общий состав сетевого оборудования. В состав наземного сегмента сетевого оборудования входят следующие компоненты:

- Матричный коммутатор, обеспечивающий гибкую настройку системы видеонаблюдения за счет возможности вывода видеосигнала на любой монитор;
- Граничный маршрутизатор, который играет ключевую роль в организации связи между внутренними и внешними сетями;
- USB удлинитель, позволяющий передавать сигналы интерфейса USB 2.0 на расстояние до 500 метров по одному дуплексному кабелю;
- Расширенный коммутатор, обеспечивает полноценное стекирование, что позволяет объединять несколько устройств в один логический элемент.

2. Моделирование топологии сети в программе GNS3. Вся информация, поступающая с космического аппарата, сначала направляется в центральный узел, откуда затем распределяется между объектами наземного сегмента. При этом каждому объекту наземного сегмента присвоен уникальный IP-адрес для идентификации в сети.

3. Адресное пространство. Адресное пространство каждой сети должно иметь определенное количество подсетей. Для того чтобы знать ip-адреса этих подсетей необходимо разбиение этой сети и расчет.

На рис. 2 представлена разработанная цифровая модель топологии сети наземного сегмента космического аппарата.

При моделировании топологии ключевыми аспектами являлись точное размещение объектов наземного сегмента, а также выбор сетевого оборудования,

которое определяет стабильность работы и уровень защиты данных, поступающих с космического аппарата и циркулирующих в пределах наземного сегмента.

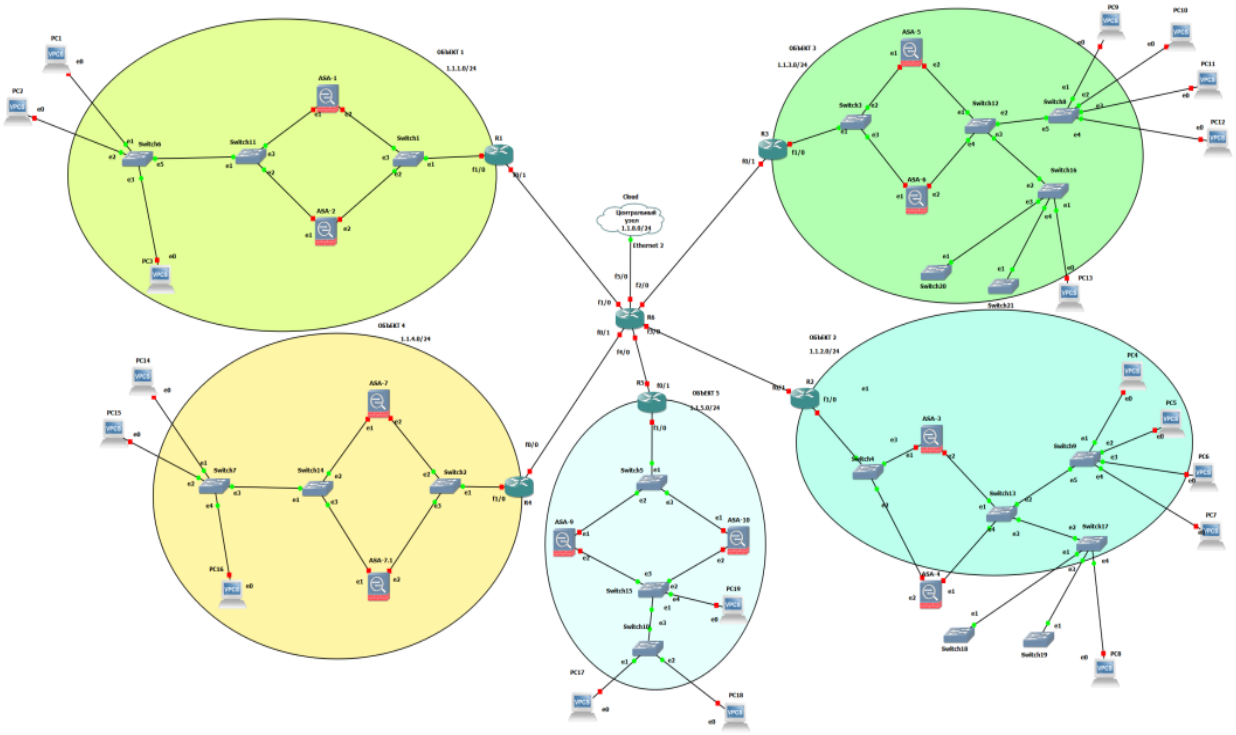


Рис. 2. Цифровая модель топологии сети наземного сегмента космического аппарата

Использование программы GNS3 для моделирования топологии наземного сегмента позволило выявить ограничения сети при передаче информации и оценить потенциал для расширения ресурсов в случае увеличения спутниковой группировки. На основе анализа результатов обмена данными был сделан вывод о корректности настройки топологии. Все данные передаются между объектами в соответствии с заданными принципами, потери информации отсутствуют.

Источники

1. Дмитриев, С.Н. Системы спутниковой связи: лабораторный практикум / С. Н. Дмитриев. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2019. 76 с.

2. Бертсекас Д.,Галлагер Р. Сети передачи данных. Научное издание. Москва: «Мир». Редакция литературы по информатике и робототехнике, 1989.

3. Олифер В. Г., Олифер Н. А. 0-54 Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. СПб.: Питер, 2010.

УДК 694.1

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕРЕВОКЛЕЕНОГО АРМИРОВАННОГО КАРКАСА 12-ТИ ЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SCAD++

Тужилова Мария Валерьевна, Терентьев Кирилл Михайлович, Мясников Даниил Олегович
ФГБОУ ВО ВлГУ, г. Владимир, Россия
tuzhilova.mar@yandex

Аннотация. Исследовано применение армированных деревоклееных конструкций для создания каркаса 12-этажного здания. Проведен расчет прочностных характеристик каркаса в программном комплексе SCAD++ с использованием метода конечных элементов. На основе полученных данных выполнен подбор армирования для колонн на разных этажах с применением программы «Декор», демонстрируя преимущества армирования для повышения несущей способности и долговечности деревянных конструкций. В заключении представлены конкретные результаты расчета и армирования колонн, подтверждающие перспективность использования деревоклееных армированных конструкций в высотном строительстве.

Ключевые слова: деревянные армированные конструкции, подбор армирования, расчет.

CALCULATION OF THE CHARACTERISTICS OF A WOOD-GLUED REINFORCED FRAME OF A 12-STOREY BUILDING IN THE SCAD++ SOFTWARE PACKAGE

Tuzhilova Maria Valeryevna, Terentyev Kirill Mikhailovich, Myasnikov Daniil Olegovich
VlSU, Vladimir, Russia
tuzhilova.mar@yandex

Annotation. The use of reinforced wood-glued structures to create the frame of a 12-storey building is investigated. The strength characteristics of the frame are calculated in the SCAD++ software package using the finite element method. Based on the data obtained, reinforcement was selected for columns on different floors using the Decor program, demonstrating the advantages of reinforcement to increase the bearing capacity and durability of wooden structures. In conclusion, the specific results of column calculation and reinforcement are presented, confirming the feasibility of using wood-glued reinforced structures in high-rise buildings.

Keywords: reinforced wooden structures, reinforcement selection, calculation.

История применения деревянных элементов в качестве конструктивных компонентов при строительстве зданий восходит к древней китайской цивилизации [1]. Благодаря преимуществам, таким как высокая прочность при малом весе, доступность, возобновляемость, экологичность, сейсмостойкость

дерево широко используется и в настоящее время. Использование деревянных элементов в строительстве неуклонно растёт во всём мире [2].

Растущий интерес к экологичным зданиям вдохновил строительный рынок на усовершенствование деревянных конструкций. Древесина характеризуется наличием естественных дефектов, которые могут привести к изменениям в её механических свойствах, таким как снижение прочности, а также к хрупкому разрушению при растяжении. Это ограничивает применение древесины, как конструкционного материала в строительстве [3]. Армирование деревянных конструкций усиливает их, повышая прочность, устойчивость, долговечность и другие характеристики. Основная идея армирования заключается в использовании преимуществ каждого материала: древесина обеспечивает легкость и теплоизоляцию, а армирующий материал – прочность и жесткость [4].

Расчет производится в программном комплексе SCAD++. В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы [5]. Расчетная схема представлена в виде набора стержней, называемых конечными элементами и присоединенных к узлам (рис. 1).

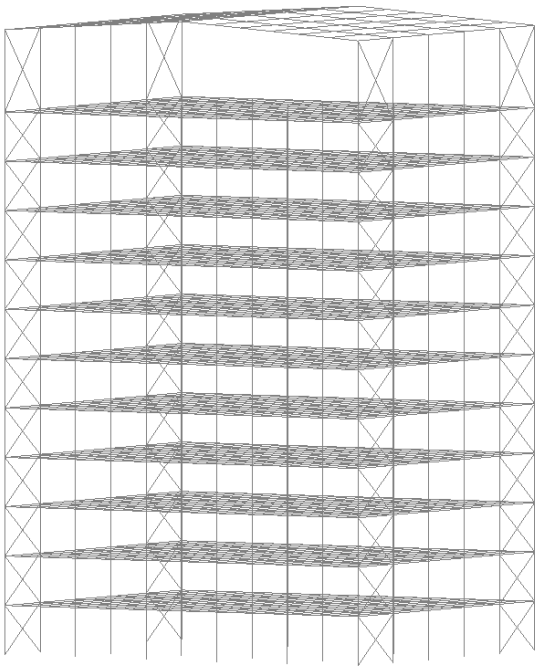


Рис.1. Расчетная схема (3D вид)

Расчет ведется для 12-этажного здания в городе Санкт-Петербург. Размеры здания в осях 25х30 м. Здание каркасное, конструкции (колонны, главные и второстепенные балки, связи, фахверки, рамы и прогоны) выполнены армированными деревянными. Армирование выполнено арматурой А400.

Результаты расчета. Задаем жесткостные характеристики многоэтажного здания административного назначения, выполненного из армированных клееных деревянных элементов.

Результаты опорных реакций в колоннах представлены на рис. 2-4.

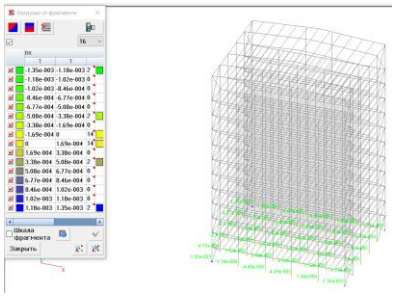


Рис. 2. Опорные реакции Rx от загружения 1

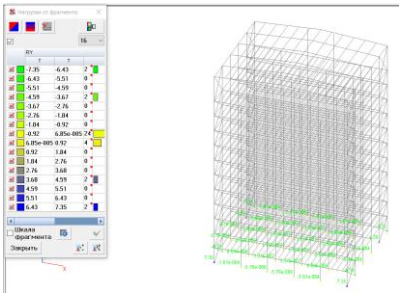


Рис. 3. Опорные реакции Ry от загружения 1

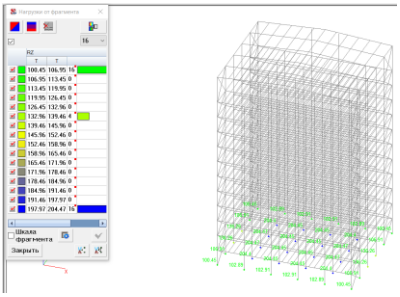


Рис. 4. Опорные реакции Rz от загружения 1

Результаты продольных усилий N и изгибающего момента M_y в колоннах представлены на рис. 5-6.

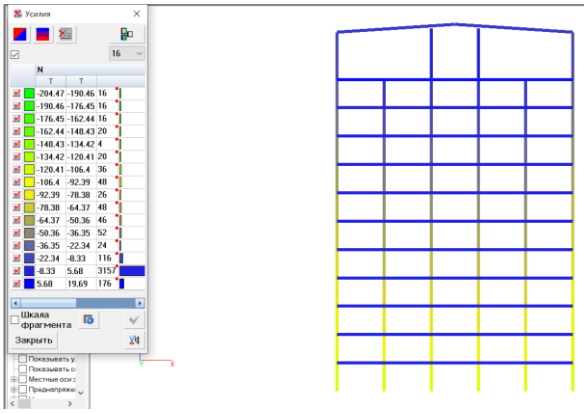


Рис. 5. Эпюра усилий N

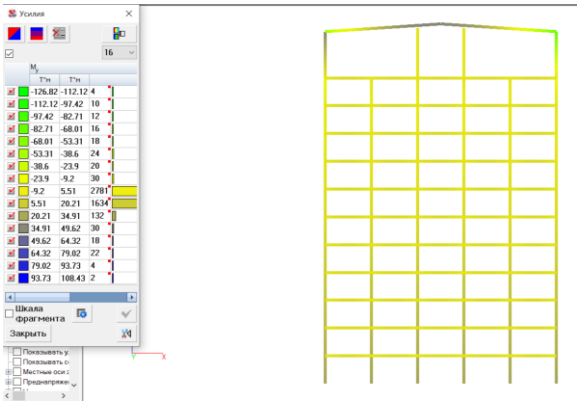


Рис. 6. Эпюра усилий My

По результатам расчета максимальный изгибающий момент в колонне составил 126 Т · м, продольная сила – 264 Т для заданных сечений.

Для подбора необходимого армирования необходимо воспользоваться приведёнными к основному материалу конструкций – древесине – геометрическими характеристиками сечений (табл. 1–4).

Таблица 1. Значения характеристик армирования для колонн 9 этажа

F_d, мм^2	F_a, мм^2	n_a	$d_a^{треб}$, мм	$d_a^{факт}$, мм	$nF_a^{факт}$ мм^2	b_{fa}, мм	$F_a^{факт}$, мм^2
48000	960	1	24.72	25	9600	353.4	14137.2

Для расчёта АДК принимаем форму расчётного сечения в виде двутавра. Расчет ведем в программе «Декор». Результаты подбора сечения и диаметра арматуры представлены на рис. 7–10.

По результатам полученных усилий принимаем следующие сечения и армирование колонны 9 этажа: клееный брус сечением 400×120 мм, армированный 1 d25 А400. Процент армирования 2 %.

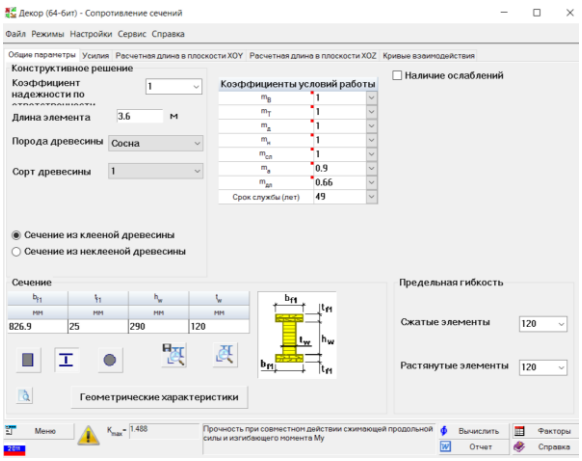


Рис. 7. Расчет сечения колонны 9 этажа

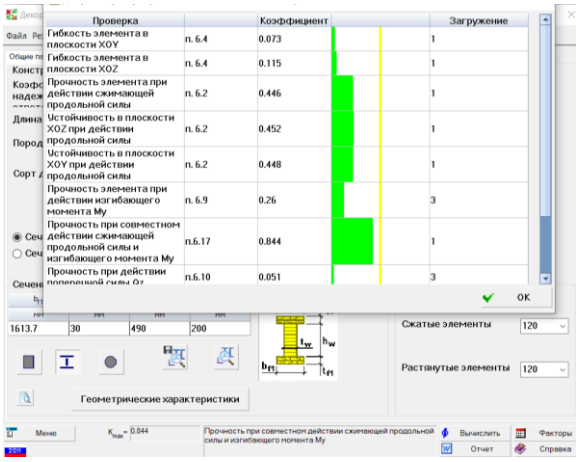


Рис. 8. Расчет сечения колонны 6 этажа

Таблица 2. Значения характеристик армирования для колонн 6 этажа

F_d, мм^2	F_a, мм^2	n_a	$d_a^{треб}$, мм	$d_a^{факт}$, мм	$nF_a^{факт}$ мм^2	b_{fa}, мм	$F_a^{факт}$, мм^2
120000	2400	2	27.64	28	24000	706.9	14137.2

По результатам полученных усилий принимаем следующие сечения и армирование колонны 6 этажа: клееный брус сечением 600×200 мм, армированный 2 d28 А400. Процент армирования 3 %.

Таблица 3. Значения характеристик армирования для колонн 3 этажа

F_d, мм^2	F_a, мм^2	n_a	$d_a^{треб}$, мм	$d_a^{факт}$, мм	$nF_a^{факт}$ мм^2	b_{fa}, мм	$F_a^{факт}$, мм^2
140000	2800	2	29.85	36	28000	962.1	38484.5

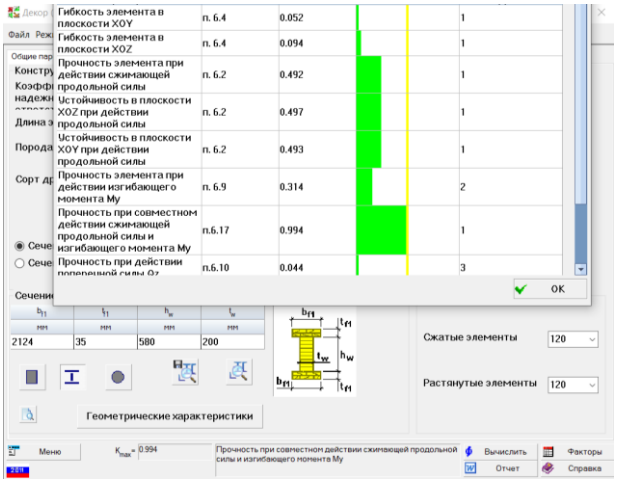


Рис. 9. Расчет сечения колонны 3 этажа

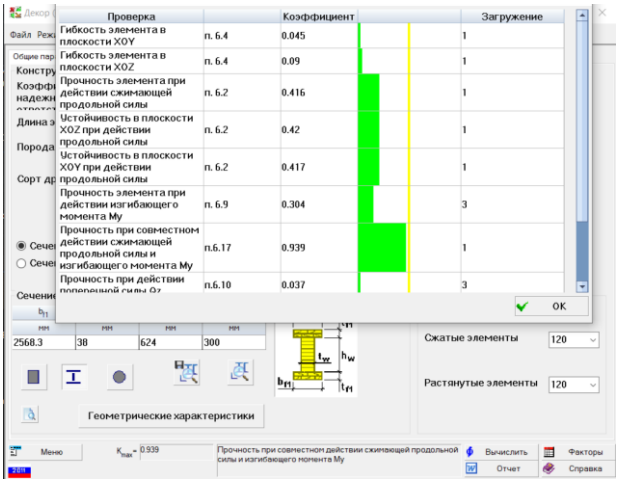


Рис. 10. Расчет сечения колонны 1 этажа

По результатам полученных усилий принимаем следующие сечения и армирование колонны 3 этажа: клееный брус сечением 700×200 мм, армированный 2 d36 А400. Процент армирования 2,7 %.

Таблица 4. Значения характеристик армирования для колонн 1 этажа

F_d, мм^2	F_a, мм^2	n_a	$d_a^{треб}$, мм	$d_a^{факт}$, мм	$nF_a^{факт}$ мм^2	b_{fa}, мм	$F_a^{факт}$, мм^2
225000	4500	2	37.85	40	45000	1134.1	45364.6

По результатам полученных усилий принимаем следующие сечения и армирование колонны 1 этажа: клееный брус сечением 750×300 мм, армированный 2 d40 А400. Процент армирования 2 %.

Дерево имеет ряд преимуществ перед другими материалами такими как сталь и бетон. Но из-за естественных дефектов (сучков, гнили) использование древесины в строительстве ограничено. Армирование же нивелирует эти дефекты и повышает прочность конструкций. Повышение прочности с помощью армирования деревянных конструкций приводит к увеличению области их применения.

При рациональном размещение арматуры по этажам здания экономия материала составляет 39 %, а размеры поперечного сечения колонн снижаются на 70 %. По результатам расчета деревоклеёного армированного каркаса 12-ти этажного административного здания получены следующие данные: армирование колонн 9 этажа- 1 стержень d25 мм А400. Процент армирования 2 %. Клееный брус сечением 400×120 мм; Армирование колонн 6 этажа- 2 стержня d28 мм А400. Процент армирования 3 %. Клееный брус сечением 600х200 мм; Армирование колонн 3 этажа- 2 стержня d36 мм А400. Процент армирования 2,7 %. Клееный брус сечением 700х200 мм; Армирование колонн 1 этажа- 2 стержня d40 мм А400. Процент армирования 2 %. Клееный брус сечением 750х300 мм.

Источник

1. Taleshi M. M., Tajik N., Mahmoudian A., Yekrangnia M. Prediction of pull-out behavior of timber glued-in glass fiber reinforced polymer and steel rods under various environmental conditions based on ANN and GEP models. Case Studies in Construction Materials. № 20. 2024. e02842. ISSN 2214-5095.

2. Есипов А.В. Инженерный метод расчета повышения несущей способности цельнодеревянных балок установкой стержневой арматуры в растянутой зоне / А.В. Есипов, Я.В. Лыкова // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. 2016. №4. С. 61-65.

3. Рощина С.И. Армированные деревянные конструкции / С.И. Рощина, М.С. Сергеев, А.В. Лукина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2013. №4. С. 80-85.

4. Лукина А.В. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных деревянных балок / А.В. Лукина, М.С. Сергеев // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: сборник трудов конференции. 2021. С. 183-190.

5. Gomon P., Babych Y., Polishchuk M., Kysliuk D.Y., Bandura I., Pakholiuk O., Shevchuk A. Deformability of a glued wooden beam with pre-stressed composite reinforcement. Procedia Structural Integrity. 2024. №59. С. 551-558.

УДК 519.1:004.85

ГРАФЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ

Тюклина Анастасия Витальевна, Якупов Зуфар Ясавеевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
mrs.tyuklina@yandex.ru

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию применения графов в области искусственного интеллекта, с акцентом на графовые нейронные сети (GNN). Рассматриваются основные принципы работы GNN, их математическая основа, опирающаяся на теорию графов, а также примеры использования в социальных сетях. Подчёркивается роль дискретной математики как фундамента современных технологий ИИ, а также перспективы развития графовых подходов в будущем.

Ключевые слова: графы, графовые нейронные сети, искусственный интеллект, дискретная математика, машинное обучение, социальные сети.

GRAPHS AND THEM APPLICATION IN NEURAL NETWORKS

Tyuklina Anastasia Vitalievna, Yakupov Zufar Yasaveevich
KSPEU, Kazan, Russia
mrs.tyuklina@yandex.ru

Abstract. This paper explores the application of graphs in the field of artificial intelligence, with a focus on graph neural networks (GNNs). The basic principles of GNNs, their mathematical foundation based on graph theory, and examples of their use in social networks are discussed. The role of discrete mathematics as the foundation of modern AI technologies is emphasized, as well as the prospects for the development of graph-based approaches in the future.

Keywords: graphs, graph neural networks, artificial intelligence, discrete mathematics, machine learning, social networks.

Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) демонстрируют стремительное развитие, во многом благодаря использованию математических инструментов и структур, позволяющих эффективно моделировать сложные системы и обрабатывать большие объёмы данных. Одной из ключевых структур, нашедших широкое применение в этой области, являются графы (рис.1) – абстрактные математические объекты, которые представляют собой совокупность вершин (узлов) и рёбер (связей между ними) [1]. Графы находят широкое применение в задачах, где данные имеют нерегулярную или сетевую природу, например, в социальных сетях. В последние годы особое

внимание привлекают графовые нейронные сети (Graph Neural Networks, GNN), которые адаптируют классические методы машинного обучения к работе с графовыми структурами.

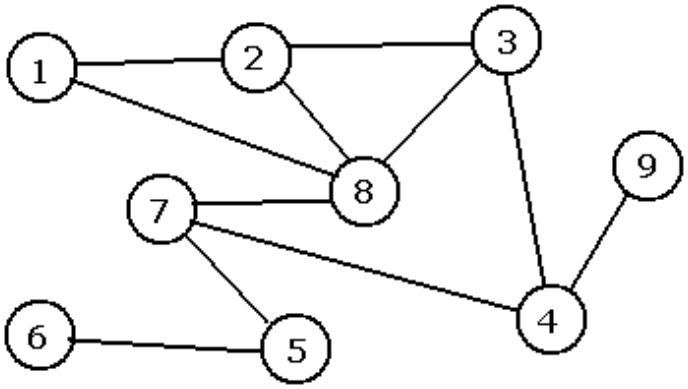


Рис. 1. Пример графа

Графы предоставляют мощный математический аппарат для формализации сложных систем, позволяя исследователям глубже понять природу данных и их внутренних зависимостей [2]. Например, в социальной сети пользователи могут быть представлены вершинами, а их дружеские связи – рёбрами. Такие структуры требуют специальных алгоритмов обработки, и именно здесь на помощь приходят GNN.

Графовые нейронные сети (GNN) – это класс моделей машинного обучения, разработанный для работы с данными, представленными в виде графов. В отличие от традиционных нейронных сетей, таких как свёрточные (CNN) или рекуррентные (RNN), которые оперируют регулярными структурами (изображениями или последовательностями), GNN способны учитывать топологию графа, то есть взаимосвязи между вершинами. Основной принцип их работы заключается в агрегации информации от соседних вершин для обновления представлений каждой вершины. Этот процесс итеративно повторяется, позволяя модели учиться на основе структуры графа.

Математически GNN работают так: каждая вершина обновляет своё значение, прибавляя к нему сумму значений своих соседей [3]. Это позволяет модели учитывать структуру графа, что можно выразить следующим образом (рис. 2): для вершины v ее новое представление *hv* вычисляется как функция от текущего состояния *hv* и состояний соседних вершин *N(v):*

$$h_v^{(t+1)} = f(h_v^{(t)}, \sum_{u \in N(v)} g(h_u^{(t)})),$$

Рис. 2. Формула GNN

Здесь f и g – обучаемые функции (например, линейные преобразования), а t – шаг итерации. Такая операция напрямую связана с дискретной математикой: матрица смежности графа определяет, какие вершины являются соседями, а вычисления опираются на дискретные операции суммирования и преобразования.

Применение графовых нейронных сетей (Graph Neural Networks, GNN) охватывает широкий спектр областей, где данные имеют сетевую или реляционную природу, что делает их особенно ценными для анализа сложных систем [4]. Одной из наиболее значимых сфер использования GNN являются социальные сети, которые по своей сути представляют собой графовые структуры: пользователи выступают в роли вершин, а их взаимодействия (дружеские связи, подписки, комментарии и т.д.) – в роли рёбер. Например, модель может определить, какие пользователи с высокой вероятностью станут друзьями или начнут взаимодействовать в будущем, основываясь на анализе структуры их текущих связей.

Роль дискретной математики в GNN очевидна. Алгоритмы обхода графа (например, в глубину или ширину) используются для проверки связности или поиска компонент, что важно на этапе подготовки данных [4]. Вычисление характеристик графа, таких как степень вершин или центральность, может включать дополнительные признаки для обучения модели. Таким образом, GNN объединяют классические методы теории графов с современными подходами машинного обучения, создавая мощный инструмент для анализа сложных данных.

Графы и их применение в нейронных сетях демонстрируют глубокую связь между дискретной математикой и искусственным интеллектом [5]. Графовые нейронные сети открывают новые возможности для обработки данных с нерегулярной структурой, что делает их незаменимыми в различных областях. Их успех во многом обусловлен использованием математических основ теории графов – от базовых понятий, таких как матрицы смежности, до сложных алгоритмов агрегации информации [6].

Перспективы развития GNN связаны с ростом объёмов данных и вычислительных мощностей. В будущем можно ожидать появления более сложных моделей, способных обрабатывать динамические графы (где структура меняется со временем) или графы с миллионами вершин. Однако основа останется неизменной: дискретная математика продолжит служить фундаментом для таких технологий [7]. Таким образом, изучение графов не только углубляет понимание теоретических аспектов ИИ, но и открывает путь к практическим инновациям, подчёркивая их значимость в современной науке.

Источники

1. Введение в графы // Stepik [Электронный ресурс]. URL: https://stepik.org/lesson/1193418/step/1?unit=1206408 (дата обращения: 23.03.2025).

2. Введение в дискретную математику: учебное пособие / И.Р. Мухаметзянов, З.Я. Якупов; под общ. ред. И.Р. Мухаметзянова. Изд. 2-е, дополн. Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2022. 180 с.

3. Якупов З.Я. Матрицы Адамара: закономерности построения, свойства, применение. М.: ДеЛибри, 2023. 86 с.

4. Графовые нейронные сети // Яндекс Образование [Электронный ресурс]. URL: https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/ grafovye-nejronnye-seti (дата обращения: 26.03.2025).

5. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Перспективы развития искусственного интеллекта и кибернетики // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 3-4 (17-18). С. 78-81.

6. Методы наименьших квадратов и наименьших модулей в научно-технических расчетах: учебное пособие, 2-ое изд., перераб. и дополн. / З. Я. Якупов, Р. К. Галимова. Санкт-Петербург: СУПЕР Издательство, 2021. 160 с.

7. Карпов Д. В. Теория графов [Электронный ресурс]. URL: https://logic.pdmi.ras.ru/~dvk/graphs_dk.pdf (дата обращения: 26.03.2025).

УДК 004.021

МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРАФИКА ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Угрюмов Илья Сергеевич, Ярутин Сергей Алексеевич, Чечель Полина Евгеньевна
Кубанский Государственный Технологический Университет, г. Краснодар, Россия
yarutinsa@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы автоматизации прогнозирования трафика дорожного движения. Особое внимание уделяется применению машинного обучения и нейронных сетей для анализа больших массивов данных, получаемых из различных источников, таких как датчики транспортных потоков, GPS-трекеры и видеонаблюдение. Описаны подходы к построению математических моделей, позволяющих повысить точность краткосрочных и долгосрочных прогнозов, а также представлены результаты их практического применения в условиях сложной городской инфраструктуры. Сделан акцент на важности интеграции интеллектуальных систем в автоматизированные комплексы управления дорожным движением, что способствует снижению заторов и повышению безопасности на дорогах.

Ключевые слова: автоматизация, прогнозирование трафика, дорожное движение, машинное обучение, нейронные сети, математическое моделирование, анализ данных, интеллектуальные транспортные системы, управление транспортными потоками, городская инфраструктура.

AUTOMATION METHODS FOR TRAFFIC FORECASTING

Ilya Sergeevich Ugryumov, Sergey Alekseevich Yarutin, Polina Evgenievna Chechel
Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia
yarutinsa@yandex.ru

Annotation. The article discusses modern methods of automating traffic forecasting. Special attention is paid to the use of machine learning and neural networks to analyze large amounts of data obtained from various sources, such as traffic flow sensors, GPS trackers and video surveillance. Approaches to the construction of mathematical models that improve the accuracy of short- and long-term forecasts are described, as well as the results of their practical application in conditions of complex urban infrastructure. Emphasis is placed on the importance of integrating intelligent systems into automated traffic management systems, which helps reduce congestion and improve road safety.

Keywords: automation, traffic forecasting, traffic, machine learning, neural networks, mathematical modeling, data analysis, intelligent transport systems, traffic flow management, urban infrastructure.

Современные города сталкиваются с постоянно возрастающими транспортными нагрузками, что делает актуальной задачу эффективного управления дорожным движением. Одним из ключевых аспектов такого управления является точное и своевременное прогнозирование транспортных потоков [1]. Оно позволяет не только снизить заторы и улучшить пропускную способность магистралей, но и повысить безопасность на дорогах, а также сократить негативное воздействие на окружающую среду.

Развитие информационных технологий и методов анализа данных открыло новые возможности для решения этой задачи. В частности, автоматизация прогнозирования трафика на основе машинного обучения и нейронных сетей позволяет оперативно обрабатывать большие массивы данных, поступающих с различных источников: датчиков дорожного движения, GPS-устройств, камер видеонаблюдения и мобильных приложений. Эти данные, при грамотной обработке и анализе, становятся основой для построения математических моделей, обеспечивающих высокую точность прогнозов.

Автоматизированные системы прогнозирования, интегрированные в интеллектуальные транспортные комплексы, не только формируют краткосрочные и долгосрочные прогнозы, но и позволяют в режиме реального времени принимать оптимальные управленческие решения [2]. Это особенно важно в условиях сложной и динамично изменяющейся городской инфраструктуры.

Методы автоматизации прогнозирования трафика дорожного движения включают в себя широкий спектр подходов, основанных на передовых технологиях и математических моделях. Одним из наиболее эффективных направлений является применение алгоритмов машинного обучения, таких как регрессионный анализ, деревья решений и градиентный бустинг [3]. Эти алгоритмы позволяют выявлять скрытые закономерности в больших объёмах данных и строить точные модели для предсказания транспортных потоков. Нейронные сети, в особенности рекуррентные и сверточные, показывают высокую эффективность в анализе временных рядов и пространственно-временных паттернов дорожного движения.

Большое значение имеет и предварительная обработка данных, которая включает в себя фильтрацию шумов, нормализацию и заполнение пропусков. Эти процессы повышают качество исходных данных и, соответственно, точность прогнозов. Для улучшения результатов прогнозирования активно применяются ансамблевые методы, объединяющие несколько моделей и позволяющие компенсировать недостатки отдельных алгоритмов.

Практическое применение таких систем демонстрирует их эффективность в различных условиях, от крупных мегаполисов с плотной транспортной сетью до небольших городов. Интеграция прогнозных моделей в системы управления

дорожным движением позволяет не только оперативно реагировать на возникающие затруднения, но и заранее планировать оптимальные маршруты и режимы работы транспортных узлов. Это способствует сокращению времени в пути, снижению затрат на топливо и улучшению экологической обстановки.

Таким образом, автоматизация прогнозирования трафика на основе современных методов анализа данных и интеллектуальных систем является важным инструментом для создания устойчивой и эффективной транспортной инфраструктуры [4]. Дальнейшее развитие этих технологий открывает новые перспективы для повышения комфорта и безопасности дорожного движения.

Анализ эффективности автоматизированных систем прогнозирования трафика дорожного движения показывает, что использование современных алгоритмов машинного обучения значительно повышает точность предсказаний по сравнению с традиционными методами. На основе результатов исследований можно выделить несколько факторов, влияющих на успешность внедрения таких систем [5]. К ним относятся качество и полнота исходных данных, правильный выбор алгоритма и настройка гиперпараметров моделей, а также интеграция полученных прогнозов в действующие системы управления транспортными потоками.

Сравнительный анализ различных подходов к прогнозированию показывает, что комбинированные модели, объединяющие машинное обучение и математическое моделирование, обеспечивают наиболее высокую точность и устойчивость прогнозов. При этом важно учитывать специфику транспортной сети конкретного региона, так как универсальных решений в данной области не существует.

Результаты практических испытаний автоматизированных систем прогнозирования демонстрируют сокращение времени простоя на дорогах, снижение числа дорожно-транспортных происшествий и уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу. Эти показатели подтверждают необходимость и целесообразность дальнейшего внедрения интеллектуальных систем в управление дорожным движением.

Таким образом, комплексный подход к автоматизации прогнозирования трафика, включающий современные алгоритмы анализа данных и интеграцию с интеллектуальными транспортными системами, является важным инструментом для создания безопасной, эффективной и экологически устойчивой городской инфраструктуры.

Автоматизация прогнозирования трафика дорожного движения является важным направлением развития современных интеллектуальных транспортных систем. Применение методов машинного обучения и математического моделирования позволяет не только повысить точность прогнозов, но и существенно улучшить управление транспортными потоками, снижая заторы и

повышая безопасность на дорогах. Анализ существующих подходов показывает, что комбинированные модели и комплексные системы обработки данных обладают наибольшей эффективностью в условиях динамично изменяющейся городской инфраструктуры. Практическое внедрение таких систем уже демонстрирует положительные результаты, включая сокращение времени в пути, снижение числа ДТП и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Дальнейшее развитие и совершенствование технологий автоматизации прогнозирования трафика станет важным шагом на пути к созданию умных городов, где транспортная инфраструктура работает в интересах комфорта, безопасности и экологичности. Такое комплексное исследование позволяет сделать вывод о значимости интеграции интеллектуальных систем в транспортные сети и об их потенциале для повышения качества жизни в современных мегаполисах.

Источники

1. Ярутин С.А., Угрюмов И.С. Информационная система симуляции и анализа трафика дорожного движения [Электронный ресурс] // Сильные идеи для нового времени. URL: https://идея.росконгресс.рф/improject-84158/ideas/125750?show_block=opinions#comments (дата обращения: 19.02.2025).

2. Ковтун А. А., Шорвоглян Д. А., Ярутин С. А. Обеспечение безопасной транспортной среды в условиях современной инфраструктуры. Система взаимодействия для участников движения // Научные труды КубГТУ. 2023. № 3. С. 29-41.

3. Волик А.Г. Интегрированная система управления трафиком для умного города на основе машинного обучения: перспективы для эффективного городского транспорта / А. Г. Волик, С. А. Ярутин, И. С. Угрюмов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 199. С. 229-239.

4. Угрюмов И. С. Интеграция современных строительных технологий и ИТ-решений для оптимизации инфраструктуры сельскохозяйственных объектов / И. С. Угрюмов, С. А. Ярутин, М. И. Чайка // Всероссийская научно-практическая конференция «Инженерные решения для АПК», Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Рязань, 2024. С. 143-147.

5. Кушнир Н.В. Интеллектуальная система управления поливом для умного дома / Н. В. Кушнир, К. Е. Тотухов, К. М. И. Лойола, С. А. Ярутин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 194. С. 162-180.

УДК 621.31

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЛЕРОВАНИЕ РАСХОДА ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Филина Ольга Алексеевна, Аббасова Ильвина Мехдиевна
КГЭУ, г. Казань, Россия
olga_yuminova83@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается использование имитационное моделирование расхода энергии для электромобилей, которое позволяет глубже понять как различные параметры влияют на общую эффективность использования энергии. Этот метод использует математические и компьютерные модели для воспроизведения реальных процессов, связанных с движением электромобиля, его взаимодействием с окружающей средой и системами управления.

Ключевые слова: электромобиль, моделирование, энергоэффективность, энергия, процесс.

SIMULATION MODELING OF ELECTRIC VEHICLE ENERGY CONSUMPTION

Filina Olga Alekseevna, Abbasova Ilvina Mehdievna
KSPEU, Kazan, Russia
olga_yuminova83@mail.ru

Annotation. The article discusses the use of simulation modeling of energy consumption for electric vehicles, which allows for a deeper understanding of how various parameters affect the overall energy efficiency. This method uses mathematical and computer models to reproduce real processes related to the movement of an electric vehicle, its interaction with the environment and control systems.

Keywords: electric vehicle, modeling, energy efficiency, energy, process.

Имитационное моделирование расхода энергии электромобиля – это процесс, который позволяет оценить, сколько энергии электромобиль будет потреблять в различных условиях эксплуатации. Это важно для оптимизации работы автомобиля, повышения его эффективности и понимания факторов, влияющих на расход энергии.

Вот основные аспекты, которые следует учитывать при моделировании.

1. Модели расхода энергии:

– Динамика движения: моделирование ускорения, торможения и движения на разных типах дорог (городские улицы, трассы, холмы).

– Сопротивление движению: учет аэродинамического сопротивления, сопротивления качению и других факторов, влияющих на расход энергии.

– Рекуперативное торможение: моделирование процесса рекуперации энергии при торможении, когда часть энергии возвращается в батарею [1].

2. Параметры модели:

– Вес автомобиля включает вес самого автомобиля и дополнительное оборудование.

– Размеры и форма кузова влияют на аэродинамические характеристики.

– Тип и состояние шин: различные шины имеют разную степень сопротивления качению.

– Состояние дороги: гладкие или неровные поверхности могут существенно влиять на расход энергии.

3. Условия эксплуатации:

– Скорость движения: расход энергии меняется в зависимости от скорости; обычно оптимальная скорость для минимального расхода находится в диапазоне 40-80 км/ч.

– Климатические условия: влияние температуры на эффективность работы батареи и системы отопления/кондиционирования.

– Стиль вождения: агрессивное вождение (резкое ускорение и торможение) приводит к большему расходу энергии.

4. Инструменты для моделирования:

– MATLAB/Simulink: позволяет создавать динамические модели и проводить симуляции [2].

– AnyLogic: подходит для моделирования сложных систем с учетом взаимодействия различных элементов.

– CarSim или ADAMS: специализированные инструменты для моделирования динамики автомобилей.

5. Примеры сценариев:

– городская поездка: моделирование расхода энергии в условиях частых остановок и стартов, а также влияния светофоров.

– дальняя поездка по трассе: оценка расхода энергии на постоянной скорости с минимальными остановками (рис. 1) [3].

– влияние погоды: как дождь или снег влияют на расход энергии из-за увеличенного сопротивления [4].

Составим имитационную модель расчета потери ёмкости батареи, что на ее основе график нагрева аккумулятора при стандартизированным цикле движении (рис. 2).

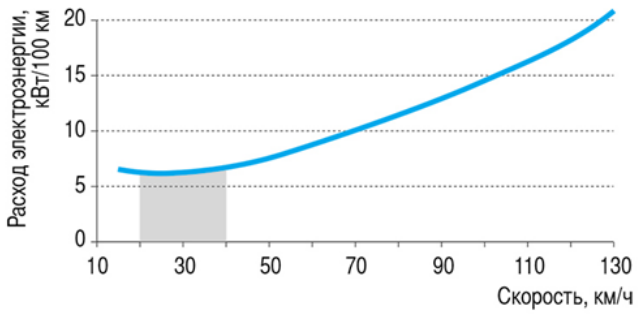


Рис. 1. Расход энергии на постоянной скорости

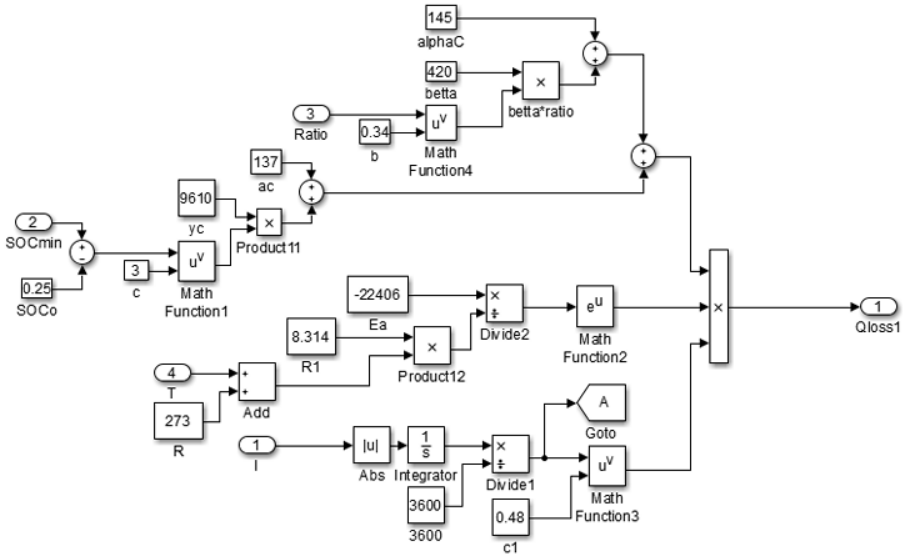


Рис. 2. Имитационная модель расчета потери емкости аккумуляторной батареи

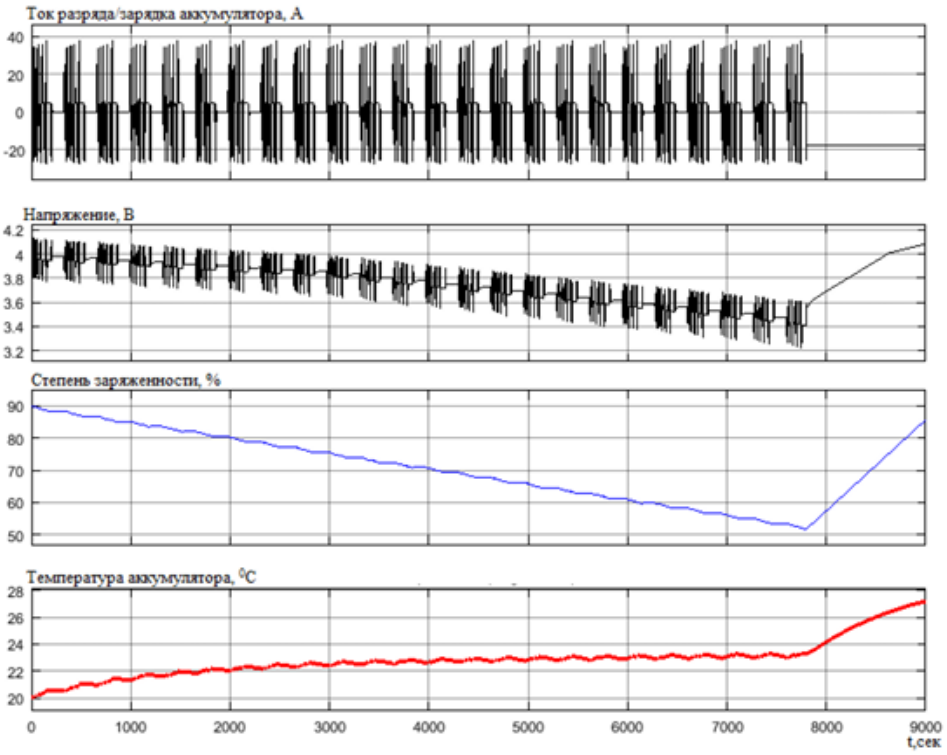


Рис. 3. График моделирования нагрева аккумулятора при стандартизированном цикле нагрева

Таким образом, имитационное моделирование расхода энергии электромобиля помогает не только производителям автомобилей, но и пользователям лучше понять, как эффективно использовать свои транспортные средства, а также способствует разработке более эффективных моделей электромобилей.

Источники

1. Аухадеев А.Э. Современная эколого-антропологическая методология развития городского электрического транспорта / А. Э. Аухадеев, П. П. Павлов, А. П. Соловьева, Д. В. Фандеев // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее: материалы III Международной научно-практической конференции. Казань, 2014. С. 36-39.

2. Литвиненко Р.С. Оценивание надежности гибридного транспортного средства на этапе разработки / Р.С. Литвиненко, Р.Г. Идиятуллин, Л.Н. Киснеева // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2016. № 2. С. 34-40.

3. Филина О.А. Показатели качества и методы их оценки / О.А. Филина, Д.Р. Галиуллин, А.Р. Гараева // Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом: сборник научных трудов по итогам III международной научно-практической конференции. Том IV. Новосибирск: Инновационный центр развития образования и науки, 2017. С. 43-45.

4. Филина О.А. Современные возможности вибродиагностики электрических машин и электроборудования / О.А. Филина, Ф.С. Гиматдинов, Б.О. Елисеев // Молодая наука XXI века: проблемы, поиски, решения: сборник научных статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург: ООО «Редакционно-издательский центр «КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС», 2018. С. 67.

УДК 519.872

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: ПРИМЕНЕНИЕ, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И АНТИПЛАГИАТ

Ходжамаммедов Мекан Мерданович, Гуллашов Мейлис Оразмухаммедович, Гаррыбаев Байраммырат Хайыдович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары
mekanhoja2021@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются основные принципы математического и имитационного моделирования, их роль в научных исследованиях и практических приложениях. Описаны методы, используемые для разработки математических моделей в различных областях науки, а также обсуждаются проблемы, связанные с применением этих моделей для анализа и прогнозирования процессов. Важным аспектом является роль математического моделирования в предотвращении и выявлении плагиата, что также рассматривается в статье.

Ключевые слова: математическое моделирование, имитационное моделирование, искусственный интеллект, защита интеллектуальной собственности, антиплагиат.

MATHEMATICAL AND SIMULATION MODELING: APPLICATION, THEORETICAL BASIS AND ANTI-PLAGIARISM

Hojamammedov Mekan Merdanovich, Gullashov Meylis Orazmuhammedovich, Garrybayev Bayrammyrat Hayydovich
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary
mekanhoja2021@gmail.com

Abstract. This article discusses the basic principles of mathematical and simulation modeling, their role in scientific research and practical applications. The methods used to develop mathematical models in various fields of science are described, and the problems associated with the use of these models for analyzing and forecasting processes are discussed. An important aspect is the role of mathematical modeling in preventing and detecting plagiarism, which is also discussed in the article.

Keywords: mathematical modeling, simulation modeling, artificial intelligence, intellectual property protection, anti-plagiarism.

Математическое и имитационное моделирование – это важные инструменты для анализа реальных систем и процессов. Эти методы позволяют не только прогнозировать развитие различных явлений, но и оптимизировать решения в таких областях, как экономика, экология, инженерия и медицина. С

развитием технологий и науки, эти методы становятся все более сложными, а их применение требует высокой точности и тщательности в расчетах.

С развитием цифровых технологий и распространением научных работ в Интернет возрастает роль защиты интеллектуальной собственности. Проблема плагиата в научных исследованиях приводит к необходимости разработки эффективных инструментов для выявления заимствований и защиты оригинальности работы. Математические модели и методы имитации могут быть использованы для создания точных и эффективных антиплагиатных систем.

Математическое моделирование: Теоретические основы и применение

1. Математическое моделирование представляет собой процесс создания математических моделей для описания, анализа и прогнозирования реальных объектов и процессов. Оно основывается на применении математических методов, таких как дифференциальные уравнения, линейные и нелинейные системы, теории вероятности и статистики. Эти модели позволяют получить количественные прогнозы для таких процессов, как рост популяций, колебания цен на рынке или поведение материалов при нагрузке.

Применение математического моделирования позволяет исследовать системы, которые невозможно исследовать в реальной жизни из-за сложных условий или высокой стоимости экспериментов. Например, использование математического моделирования в медицине позволяет прогнозировать развитие заболеваний и определять эффективные способы их лечения.

2. Методы математического моделирования. Наиболее часто используемыми методами математического моделирования являются:

Дифференциальные уравнения: используются для моделирования процессов, которые изменяются во времени, например, динамика популяции или изменения температуры.

Численные методы: применяются для решения сложных уравнений, которые невозможно решить аналитически.

Моделирование на основе теории вероятностей: используется для анализа случайных процессов, таких как анализ рисков и неопределенности в экономике.

Имитационное моделирование — это метод, позволяющий исследовать поведение сложных систем через их имитацию с помощью компьютерных программ. Имитационные модели представляют собой цифровые аналоги реальных процессов, которые могут учитывать все возможные взаимодействия внутри системы.

1. Применение имитационного моделирования. Имитационные модели широко применяются в таких областях, как производство, логистика, экономика и медицина. Например, имитация производственного процесса позволяет выявить узкие места в производственной линии и оптимизировать ее работу. В

экономике имитационные модели могут использоваться для прогнозирования поведения рынка, что помогает в принятии стратегических решений.

2. Методы имитационного моделирования

Дискретное событийное моделирование: используется для моделирования процессов, которые происходят на определенные моменты времени, например, обслуживание клиентов в банке или очереди на производство.

Моделирование с использованием агентов: применяется для исследования систем, состоящих из взаимодействующих агентов, таких как модели поведения потребителей на рынке.

Антиплагиат и математическое моделирование

1. Математические методы в антиплагиате. Современные антиплагиатные системы активно используют математические модели для анализа текстов. Модели на основе теории графов и теории вероятностей применяются для поиска сходства между текстами. Эти системы могут анализировать текст на уровне фраз, предложений и слов, что позволяет точно выявить заимствования.

2. Применение имитационного моделирования для борьбы с плагиатом. Имитационное моделирование также может быть использовано для анализа способов обхода антиплагиатных систем. Например, можно создать модель, которая будет имитировать действия пользователя, который пытается изменить текст, чтобы обойти систему проверки на плагиат. Это позволяет разработать более совершенные системы защиты интеллектуальной собственности.

Математическое и имитационное моделирование играют важную роль в различных областях науки и техники. Эти методы позволяют создавать эффективные инструменты для анализа и прогнозирования процессов. Важно отметить, что математические модели могут быть полезны и в сфере защиты интеллектуальной собственности, например, для создания более точных антиплагиатных систем. Современные подходы в математическом и имитационном моделировании открывают новые возможности для повышения эффективности в различных отраслях.

Источники

1. Иванов И. И. Теория математического моделирования. М.: Наука, 2021.

2. Петров П. П. Имитационное моделирование в научных исследованиях. СПб.: Издательство СПбГУ, 2020.

3. Сидоров С. С. Применение математических методов в антиплагиатных системах. Казань: Казанский университет, 2022.

4. Смирнов В. В. Современные методы анализа текстов и защиты интеллектуальной собственности. М.: Институт технологий, 2021.

УДК 621.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ПАРОВЫХ ТУРБИН НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Худяков Никита Михайлович, Ярунин Сергей Николаевич, Ярунина Наталья Николаевна
ФГБОУ ВО «ИГЭУ», г. Иваново, Россия
hnikita02@mail.ru

Аннотация. В настоящее время для выработки тепловой энергии для крупных городов и промышленных предприятий широко применяются теплофикационные паровые турбины. В связи с этим, совершенствование и модернизация тепловых схем паровых турбин является актуальной задачей, направленной на повышение коэффициента использования топлива и абсолютного электрического КПД турбоустановки. В данной работе для решения поставленной задачи использовался метод математического моделирования сложных теплоэнергетических систем. В результате чего была смоделирована теплофикационная паровая турбина Т-100/110-130 в среде Microsoft Excel. Расчет с применением разработанного программного комплекса позволил найти технические решение по совершенствованию и модернизации турбоустановки Т-100/110-130 в четырех расчетных режимах. Кроме того, разработанную математическую модель тепловой схемы турбины и программное обеспечение можно использовать в процессе обучения студентов по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника».

Ключевые слова: тепловая схема, теплофикационная паротурбинная установка, математические моделирование, модернизация тепловой схемы, модуль автоматического поиска теплофизический свойств воды и водяного пара, расчетный программный комплекс, коэффициент использования топлива, абсолютный электрический КПД, ГТУ, температура питательной воды, регенеративный подогреватель.

IMPROVEMENT OF THERMAL SCHEMES OF STEAM TURBINES BASED ON MATHEMATICAL MODELING

Khudyakov Nikita Mikhailovich, Yarunin Sergey Nikolaevich, Yarunina Natalia Nikolaevna
ISPU, Ivanovo, Russia
hnikita02@mail.ru

Annotation. Currently, steam turbines are widely used to generate thermal energy for large cities and industrial enterprises. In this regard, the improvement and modernization of the thermal circuits of steam turbines is an urgent task aimed at increasing the fuel efficiency and absolute electrical efficiency of the turbine. In this paper, the method of mathematical modeling of complex thermal power systems was used to solve the problem. As a result, the T-100/110-130 steam turbine

was modeled in the Microsoft Excel environment. The calculation using the developed software package allowed us to find a technical solution for the improvement and modernization of the T-100/110-130 turbine unit in four design modes. In addition, the developed mathematical model of the turbine thermal circuit and software can be used in the process of teaching students in the field of Thermal Power Engineering and Heat Engineering.

Keywords: thermal scheme, steam turbine heating plant, mathematical modeling, modernization of the thermal scheme, module for automatic search of thermophysical properties of water and steam, calculation software package, fuel consumption coefficient, absolute electrical efficiency, GTU, feedwater temperature, regenerative heater.

Разработка программного комплекса потребовала оцифровки трёх основных таблиц из справочника «Теплофизические свойства воды и водяного пара» [2]. Необходимо было перевести все значения параметров воды и водяного пара из справочника в текстовый формат, а затем добавить их в редактируемом виде в программу Microsoft Excel. Для сканирования текста и дальнейшего его использования была использована программа ABBYY Fine Reader.

Для удобства поиска необходимых термодинамических параметров в Excel сделаны несколько специальных модулей. Модули позволяют находить требуемые параметры воды и водяного пара (p, t, v, h, s) при давлениях от 1 кПа до 100 МПа и температурах от 0 до 800 ^{0}C. С помощью данных модулей легко интегрировать в расчеты поиск необходимых параметров. Благодаря этому расчет был полностью автоматизирован.

В качестве усовершенствования принципиальной тепловой схемы турбоустановки Т-100/110-130, которая представлена на рис.1, предлагается установка газотурбинной установки (ГТУ) и водогрейного котла-утилизатор (КУВ) вместо подогревателей высокого давления (ПВД).

Для обоснования такого данного технического решения посчитаны четыре режима работы паровой турбины Т-100/110-130 [1]:

1) Номинальный режим с включенными подогревателями высокого давления;

2) Режим с выключенными подогревателями высокого давления и сохранением мощности турбины;

3) Режим с выключенными подогревателями высокого давления и сохранением расхода пара в 470 т/ч

4) Режим с выключенными подогревателями высокого давления, сохранением расхода пара в 470 т/ч и установленной газотурбинной установкой с водогрейным котлом-утилизатором.

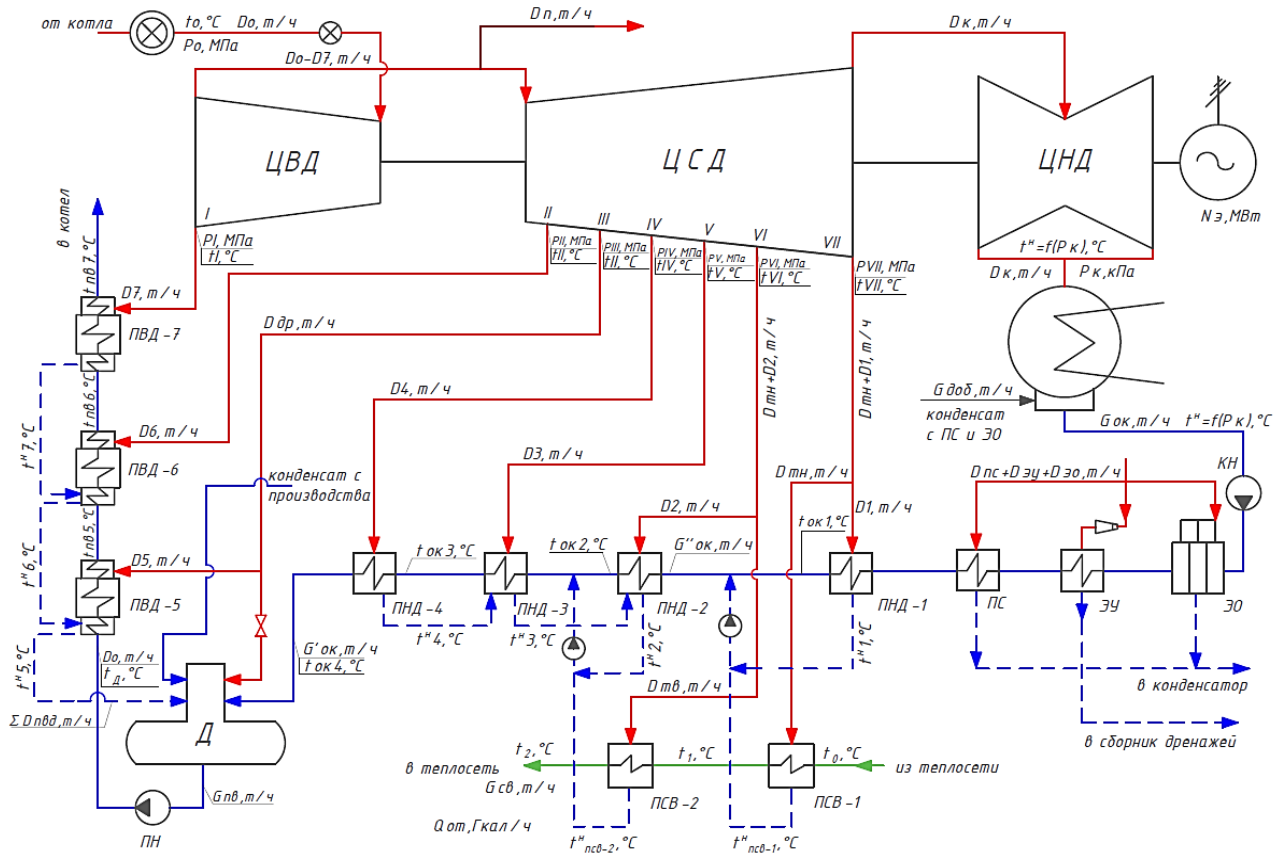


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема турбоустановки Т-100/110-130.

Для удобного анализа расчетных режимов работы турбины данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Сравнение режимов работы теплофикационной паротурбинной установки

Название	Обозначение	Размерность	Номинальный режим (1)	Выкл. ПВД (без ГТУ) (2)	Выкл. ПВД (без ГТУ) (3)	Выкл. ПВД (есть ГТУ) (4)
Электрическая мощность	$N_Э$	МВт	99,8	99,8	110,7	137,2
Теплофикационная нагрузка	$Q_Т$	МВт	151,2	151,2	151,2	159,4
Расход пара на турбину	D_0	т/ч	470	430	470	470
Расход топлива на котел	$B_Т$	$м^3/с$	10,7	11,1	12,1	12,6
Температура питательной воды за последним подогревателем	$t_{ПВ}$	°C	230	159	159	230
Абсолютный электрический КПД	$\eta_Э$	%	27,5	26,5	26,9	32,0
Коэффициент использования топлива	КИТ	%	69,1	66,7	63,7	69,3

Из таблицы с результатами расчетов можно сделать следующие выводы:

1) Отключение ПВД приведет к уменьшению расхода пара на турбину на 40,4 т/ч (8,6%). При этом из-за снижения температуры питательной воды с 230 °С до 159 ºС произойдет увеличение расхода топлива на котел на 3,55% (режим 2);

2) Если при отключении ПВД сохранить постоянный номинальный расход пара на турбину 470 т/ч, то появляется возможность увеличить электрическую мощность генератора на 10% с 99,6 до 110,6 МВт. При этом расход топлива на котел увеличиться на 13,3% с 10,7 до 12,1 $м^3/с$, что приведет к снижения коэффициента использования топлива (КИТа) с 69,1 до 63,7% (режим 3);

3) Установка ГТУ с котлом-утилизатором для нагрева питательной воды со 159 до 230 ºС позволит увеличить выработка электроэнергии на 25% до 137,2 МВт (110,6 МВт ПТУ + 26,55 МВт ГТУ). Это, в свою очередь, позволит повысить абсолютный электрический КПД установки с 27,5 до 32 % без снижения коэффициента использования топлива (режим 4).

Целью модернизация турбины Т-100/110-130 является дополнительная выработка тепловой и электрической энергии за счёт отключения подогревателей высокого давления, которые используют пар из отборов турбины.

С одной стороны, в результате отключения подогревателей высокого давления можно пропускать больше пара в цилиндры среднего и низкого давления. Это, в свою очередь, позволит выработать дополнительные 10,85 МВт энергии (режим 3). С другой стороны, при отключении подогревателей высокого давления котел, производящий пар для турбины, будет потреблять больше топлива. что негативно скажется на абсолютном электрическом КПД и коэффициенте использования топлива, который уменьшится на 5,6%.

В качестве технического решения по модернизации предлагается установить газотурбинную установку (ГТУ) мощностью 28 МВт и температурой уходящих газов 505 ºС и водогрейный котел-утилизатор (КУВ), имеющий 2 трубных пучка. Первый трубный пучок предназначен для нагрева питательной воды со 159 до 230 ºС уходящими газами ГТУ (вместо ПВД), второй трубный пучок предназначен для нагрева дополнительного количества сетевой воды.

В результате установки ГТУ и КУВ увеличится абсолютный электрический КПД до 32% без изменения коэффициента использования топлива по сравнению с номинальным режимом. Принципиальная схема подключения КУВ и ГТУ вместо ПВД представлена рис.2.

Таким образом, разработанный программный комплекс, на который получено свидетельство о государственной регистрации программы [3], позволяет проводить расчёты, направленные на поиск технических решений по совершенствованию и модернизации тепловых схем паротурбинных установок.

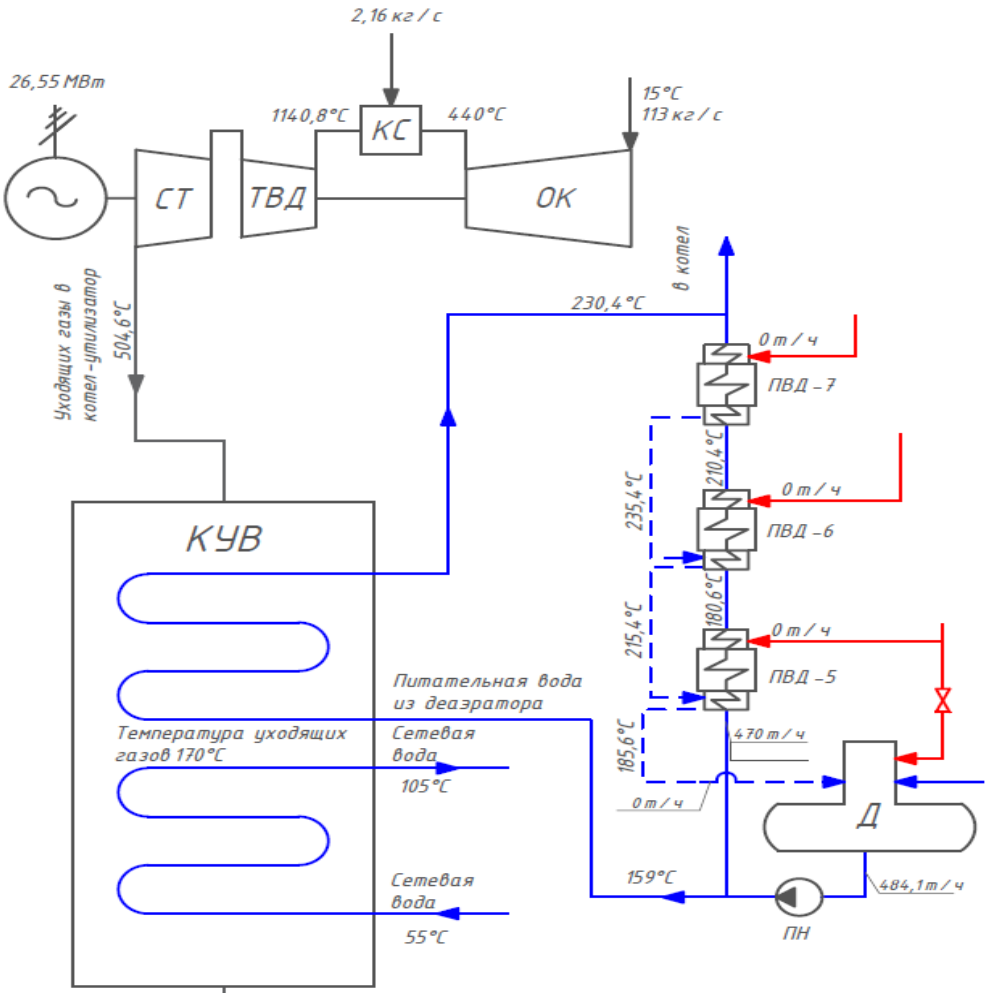


Рис. 2. Принципиальная схема подключения ГТУ и КУВ вместо ПВД.

Кроме того, математические модели и программное обеспечение можно использовать для обучения студентов по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника», что в конечном счете будет способствовать внедрению методов программной инженерии в учебный процесс.

Источники

1. Ярунин С.Н., Тимошин Л.И., Ярунина Н.Н. Промышленные тепловые двигатели: учебно-метод. пособие. / ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново, 2023. 128 с.

2. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: Справочник. Рек. Гос. службой стандартных справочных данных. ГСССД Р-776-98. М.: Издательство МЭИ. 1999. 168 с.; ил.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024689978 Российская Федерация. Расчет теплофикационных паровых турбин: № 2024688394: заявл. 22.11.2024: опубл. 11.12.2024/ А.В. Банников, С.Н. Ярунин, Н. М. Худяков; заявитель ФГБОУ ВО ИГЭУ.

УДК 004.93

АДАПТИВНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В ДОРОЖНЫХ СЦЕНАХ

Хусаинов Румиль Мухутдинович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
rumil_husainov98@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается задача распознавания объектов в дорожных сценах. Для ее решения используется адаптивная энергоэффективная модель. Построение моделей включает в себя сбор в виде изображений дорожных сцен, разметка дорожных объектов, архитектуру, выбор инструментальных средств и библиотек для моделирования. Рассчитаны метрики классификации (Precision, Recall, F1-score, mAP) построенных моделей.

Ключевые слова: дорожная сцена, дорожные объекты, п, адаптивная энергоэффективная модель.

ADAPTIVE ENERGY-EFFICIENT MODELS FOR OBJECT RECOGNITION IN ROAD SCENES

Khusainov Rumil Mukhutdinovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
rumil_husainov98@mail.ru

Abstract. The article considers the problem of recognizing objects in road scenes. An adaptive energy-efficient model is used to solve it. Building a model includes collecting images of road scenes, marking road objects, building an architecture, selecting tools and libraries for modeling. Classification metrics (Precision, Recall, F1-score, mAP) of the constructed models are calculated.

Keywords: road objects, road scene, adaptive energy-efficient model, application program.

В настоящее время для решения задач по регулированию дорожного движения применяются интеллектуальные транспортные системы [1]. Универсальными элементами регулирования дорожной ситуации являются основные дорожные объекты: дорожные знаки, дорожные разметки, сигналы светофоров. По официальным данным Государственной инспекции безопасности дорожного движения по республике Татарстан за 2024 год произошло 3278 дорожно-транспортных происшествий, в котором 321 человек погибло, 4042 человек получили ранения [2]. Аварийные происшествия происходят по многим причинам [3], которые выделяют субъективные факторы (пол, возраст, стаж и состояние водителя) и объективные факторы (качество

дорожного покрытия, сезонные и временные условия). Для предотвращения аварийных происшествий и безопасности дорожного движения разработаны следующие иностранные системы распознавания объектов: Opel Eye, Speed Limit Assist, Traffic Sign Recognition, Road Sign Information. Каждая из систем распознавания объектов имеют преимущества или недостатки [4]. Иностранные системы имеют встроенный функционал (отсутствующий в настоящее время у российских производителей автомобилей), распознают определенный класс объектов, работают некорректно при изменении погодных условий (туман, дождь, снег, солнечный блик) и временных условий (утренние и вечерние сумерки). Таким образом актуальна разработка новых моделей для распознавания объектов в дорожных сценах.

Приведена постановка задачи по построению моделей распознавания объектов в дорожных сценах. $I = \{I_1, I_2, ..., I_N\}$ представляет собой множество дорожных сцен, на котором изображены объекты (дорожные знаки, дорожные разметки, светофоры) размерностью N. Каждая дорожная сцена сформирована с учетом погодных и временных условий. Требуется определить положения ограничивающих рамок обнаруженных объектов в дорожных сценах, а также вероятность определяемых классов объектов с учетом указанных условий. Для построения моделей необходимо собрать исходные данные, провести разметку дорожных объектов, построить архитектуру, выбрать инструментальные средства и библиотеки для моделирования, а также провести обучение.

Математическое моделирование для распознавания объектов - это процесс разработки математических моделей, которые позволяют обнаруживать и классифицировать объекты на изображениях или в кадрах. Данный процесс включает в себя следующие последовательные этапы: сбор исходных данных, разметка дорожных объектов на изображениях, построение архитектуры, выбор инструментальных средств и библиотек для моделирования, проведение обучения и тестирования модели.

Первичной задачей для построения моделей является сбор данных в виде изображений дорожных сцен. В работе использованы основные дорожные объекты (дорожные знаки, дорожная разметка, светофоры), соответствующие требованиям ГОСТ Р 52289-2019 [5]. Уникальная база данных состоит из 400 изображений дорожных сцен с различными разрешениями в формате «jpg». В большинстве дорожных сцен из собственной базы содержатся до 5 дорожных знаков, 2 дорожных разметок и 3 светофоров. Изображения собраны на городских дорогах г. Казани Республики Татарстан. В уникальной базе дорожных сцен содержатся всего 1400 дорожных знаков, 400 дорожных разметок и 200 светофоров, это достаточно для обучения моделей. Для обучения моделей сформированы следующие выборки данных: 300 изображений дорожных сцен – для обучающей выборки, 50 изображений дорожных сцен – для

валидационной выборки, 50 изображений дорожных сцен – для тестовой выборки. В выборках данных содержатся две папки: «images» (изображения) в формате «jpg» и «labels» (метки) в формате «txt». В обучающей выборке примерно 200 изображений дорожных сцен сформированы с учетом осенне-весеннего сезона, 100 – с учетом зимнего и летнего сезона. В валидационной выборке 35 изображений дорожных сцен сформированы с учетом осенне-весеннего сезона, 15 – с учетом зимнего и летнего сезона. В обучающей выборке примерно 200 изображений дорожных сцен сформированы с учетом утренних сумерек, 100 – с учетом вечерних сумерек. В валидационной выборке 35 изображений дорожных сцен сформированы с учетом утренних сумерек, 15 – с учетом вечерних сумерек.

После сбора исходных данных требуется построить архитектуру модели. Существуют множество архитектур нейронных сетей [6]. В работе использована архитектура YOLO с учетом добавления слоев адаптивности и оптимизации. Архитектура адаптивной энергоэффективной модели представлена на рис. 1.

Рис. 1. Архитектура модели

База изображений дорожных сцен с размеченными объектами подразделяется на обучающую, валидационную и тестовую выборки, которые передаются на вход нейронной сети [7]. В слое предобработки уменьшается разрешение каждого изображения до единого размера (640x640) для снижения

вычислительной нагрузки. В основном слое распознавания используется модификация модели, применяются сверточные слои для извлечения признаков из изображения и их объединения. Далее проводятся обнаружение объектов ограничивающей рамкой и их классификация по классам. В слое устойчивости (сортировки) используется динамическое изменение разрешения (увеличение или уменьшение) дорожных сцен. Если дорожная сцена сформирована в условиях дождя и вечерних сумерек, то разрешение изображения увеличивается. Если дорожная сцена сформирована в условиях ясной погоды и утренних сумерек, то разрешение изображения уменьшается. В слое оптимизации уменьшаются количество слоев и размер модели для ее использования в устройствах с ограничительными ресурсами (на смартфонах). В слое постобработки применяется фильтрация дублирующих ограничивающих рамок. На выходном слое выводится результат распознавания с указанием класса и точности обнаруженных объектов.

Для обучения моделей выбраны следующие инструментальные средства: язык программирования Python (версия 3.9.7); интерактивная облачная среда Google Colaboratory; библиотека Ultralytics. Обучение 5 адаптивных энергоэффективных моделей (YOLOv8n, YOLOv8s, YOLOv8m, YOLOv8l, YOLOv8x) проводилось на ноутбуке с техническими характеристиками: процессор Intel Pentium CPU 3825U, частота процессора – 1.9 ГГц, оперативная память – 8 Гб, операционная система –Windows 10 Pro. Время обучения модели YOLOv8n составило 14 минут, YOLOv8s – 52 минуты, YOLOv8m – 31 минут, YOLOv8l – 57 минут, YOLOv8x - 34 минут. Вес модели YOLOv8n равен 5,95 МБ; YOLOv8s – 21,4 МБ; YOLOv8m – 49,6 МБ; YOLOv8l – 83,5 МБ, YOLOv8x – 130 МБ. Все модели YOLOv8 после обучения имеют формат «pt».

В машинном обучении для оценки качества моделей использованы следующие метрики: Precision (точность), Recall (полнота), mAP, F1-score. Для каждой выбранной модели рассчитаны значения метрик Precision, Recall, F1-score, mAP50, mAP50-95. Результаты значения метрик на примере модели YOLOv8n представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты значений метрик классификации модели

Наименования объектов дорожной инфраструктуры	Значения метрик классификации модели				
	Precision	Recall	mAP50	mAP50-95	F1-score
дорожный знак	0,654	0,384	0,402	0,181	0,484
дорожная разметка	0,745	0,423	0,56	0,251	0,54
светофор	0,864	0,113	0,161	0,074	0,474
Итого	0,754	0,307	0,374	0,169	0,499

Полученные результаты значений метрик модели YOLOv8n позволяют сделать вывод о том, что адаптивные энергоэффективные модели распознавания

объектов являются адекватными. Благодаря качественному обучению предложенные модели могут обнаружить и классифицировать объекты в дорожных сценах.

В статье представлено решение задачи распознавания объектов в дорожных сценах на основе применения адаптивных энергоэффективных моделей. Адаптивные энергоэффективные модели распознавания дорожных объектов являются главными инструментами для дальнейшего использования в мобильном приложении в целях поддержки принятия решений водителем в дорожных ситуациях. В перспективе, с целью научного направления, связанного с распознаванием дорожных объектов, необходимо расширение баз данных (временные знаки, оградительные ленты, дорожные барьеры, дорожные конусы) для распознавания перечисленных объектов при проведении ремонтных работ на дорогах.

Источники

1. Катасёв А.С., Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Шалаева Д.В. Интеллектуальная система анализа транспортных потоков в автоматизированных системах управления дорожным движением // Программные продукты и системы. 2024. № 1. С. 69–76.

2. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]: http://stat.gibdd.ru/ (дата обращения: 20.02.2025).

3. Дьячкова А.А., Дьячкова О.М. Формирование безопасного поведения водителей на дорогах // Автомобильный транспорт Дальнего Востока. 2021. № 1. С. 68-72.

4. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г. Анализ алгоритмов и систем распознавания знаков дорожного движения // Вестник технологического университета. 2022. Т.25. № 3. С. 72-77.

5. Хорьков А.А., Цариков А.А. Проблемные вопросы правового регулирования при осуществлении федерального государственного надзора в области обеспечения безопасности дорожного движения // Дальний восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2021. № 1. С. 200-204.

6. Малашин Р.О., Пономарев С.В. Глава 12. Современные нейронные сети глубокого обучения для автоматического анализа изображений // Нейротехнологии: коллективная монография. 2018. С. 271-335.

7. Хусаинов Р.М. Адаптивные энергоэффективные модели для распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Вестник технологического университета. 2025. Т.28. № 1. С. 132-136.

УДК 004.9

ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ СТАНКОСТРОЕНИИ

Хуснутдинова Эндже Рашитовна, Шарипов Ильнар Ильдарович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
enzhe.khusnutdinova.01@mail.ru

Аннотация. Аддитивные технологии, также называемые 3D-печатью, представляют собой современный метод производства, который включает последовательное наложение слоев материала для формирования объектов на основе цифровых моделей. В отличие от традиционных методов, таких как фрезерование или литье, которые удаляют материал для формирования детали, аддитивные технологии позволяют создавать сложные геометрические структуры с минимальными отходами. Это делает их особенно привлекательными для современного станкостроения, где требования к скорости, гибкости и экономичности производства становятся все более актуальными.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, прототипирование, производство, новые технологии.

TECHNOLOGIES AND PROSPECTS OF THEIR APPLICATION IN MODERN MACHINE TOOL INDUSTRY

Khusnutdinova Endzhe Rashitovna, Sharipov Ilnar Ildarovich
KSPEU, Kazan, Russia
enzhe.khusnutdinova.01@mail.ru

Abstract. Additive technologies, also called 3D printing, are a modern manufacturing method that involves sequentially applying layers of material to form objects based on digital models. Unlike traditional methods such as milling or casting, which remove material to form a part, additive technologies allow complex geometric structures to be created with minimal waste. This makes them especially attractive for modern machine tool manufacturing, where the requirements for speed, flexibility and cost-effectiveness of production are becoming increasingly relevant.

Keywords: additive technologies, 3D printing, prototyping, manufacturing, new technologies.

Аддитивные технологии, или 3D-печать, представляют собой революционный подход к производству, основанный на послойном создании объектов из цифровых моделей. Эти технологии отличаются от традиционных методов производства, таких как фрезерование или литье, тем, что они добавляют материал, а не удаляют его. Это позволяет создавать сложные

геометрические формы, которые невозможно или трудно изготовить с помощью традиционных методов [1].

Изготовление инструмента – это наиболее частое применение аддитивных технологий в настоящее время. Сложные формы режущего инструмента, оснастки и зажимов могут быть изготовлены с высокой точностью и быстротой, что сокращает время и затраты на производство. Возможность создания инструментов из высокопрочных и износостойких материалов, недоступных для традиционных методов обработки, также является важным преимуществом.

Современные тенденции:

Прототипирование и разработка: аддитивных технологий позволяют быстро создавать прототипы узлов и деталей станков для тестирования и оценки их работоспособности. Это ускоряет процесс разработки и сокращает риски, связанные с изготовлением дорогих опытных образцов.

Индивидуализация и кастомизация: аддитивные технологии позволяют создавать индивидуальные решения для конкретных задач. Это особенно важно в станкостроении, где часто требуется изготовление нестандартного оборудования под заказ.

Ремонт и восстановление: поврежденные детали станков могут быть отремонтированы с помощью АТ, что снижает затраты на замену и уменьшает время простоя. Возможность наплавки материала на изношенные поверхности позволяет продлить срок службы оборудования.

Гибкая автоматизация: аддитивные технология интегрируются в системы автоматизированного производства, расширяя гибкость и возможности автоматизации процессов изготовления и ремонта деталей станков [2, 3].

Существует несколько основных видов аддитивных технологий:

• FDM (Fused Deposition Modeling) – метод, при котором термопластичный материал расплавляется и наносится послойно.

• SLA (Stereolithography) – технология, использующая фотополимеры, которые затвердевают под воздействием ультрафиолетового света.

• SLS (Selective Laser Sintering) – процесс, при котором порошковые материалы сплавляются лазером.

• DMLS (Direct Metal Laser Sintering) – аналог SLS, но используется для металлов.

Каждый метод имеет свои особенности и области применения, что позволяет выбрать наиболее подходящий вариант в зависимости от требований к конечному продукту [4].

Преимущества аддитивных технологий в станкостроении:

1. Аддитивные технологии позволяют быстро создавать прототипы деталей и узлов, что значительно ускоряет процесс разработки новых изделий.

2. Снижение затрат. Поскольку аддитивные технологии требуют меньше материалов и могут использоваться для производства сложных геометрий, это может привести к снижению общих производственных затрат.

3. Увеличение гибкости производства. Возможность быстрой перенастройки и изменения дизайна без необходимости создания новых инструментов и форм делает аддитивные технологии особенно привлекательными для малосерийного и индивидуального производства.

4. Создание сложных геометрий. Аддитивные технологии позволяют производить детали с геометрией, которая была бы невозможна или крайне сложна для реализации традиционными методами.

5. Использование аддитивных технологий [5] может снизить количество отходов, так как материал добавляется только в тех местах, где это необходимо.

Перспективы применения аддитивных технологий в станкостроении:

1. Производство запасных частей: может значительно сократить время простоя оборудования и снизить затраты на хранение.

2. Индивидуализация продукции: аддитивные технологии позволяют производить уникальные детали под конкретные требования заказчика.

3. Интеграция с цифровыми технологиями: совместное использование CAD/CAM-систем и аддитивных технологий позволит автоматизировать процессы проектирования и производства, что повысит общую эффективность.

4. Развитие новых материалов: исследования в области новых полимеров и металлов для 3D-печати открывают возможности для создания более прочных и легких компонентов.

5. Устойчивое развитие: с учетом глобальных экологических вызовов, аддитивные технологии могут способствовать более устойчивому производству благодаря уменьшению отходов и оптимизации использования ресурсов [6].

Источники

1. Аддитивные технологии: основы и перспективы развития, Н. А. Лавров, М.: Издательство Московского университета, 2018.

2. 3D-печать: технологии, материалы, применение, С. А. Шахбазян, М.: Проспект, 2019.

3. Аддитивные технологии в машиностроении, А. В. Коваленко, М.: Издательство МАИ, 2020.

4. Аддитивное производство: технологии, материалы, приложения, В. А. Федосов, М.: Издательский дом «Техносфера», 2021.

5. Зотов Д.А., Хамитова Д.В. Категории современных 3 сканеров // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2024. С. 196–199.

6. Рукавишников А.А., Прец М.А. Особенности подготовки специалистов для цифрового проектирования // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. Матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2022. С. 220–223.

УДК [628.93:681.51]:004.942

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОСВЕЩЕННОСТИ В СРЕДЕ SIMINTECH

Шабаев Евгений Адимович, Четвериков Евгений Александрович, Беленов Виталий Николаевич
Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия
e.shabaev@rgau-msha.ru

Аннотация. В биодинамических системах освещения для точного поддержания заданного уровня освещенности может использоваться автоматическое управление с обратной связью, реализованной через датчик освещенности. Для анализа и синтеза таких систем автоматического регулирования целесообразно использовать компьютерное моделирование в среде SimInTech. В статье на примере САР освещенности динамической системы освещения со светильниками с RGB-светодиодами рассмотрена методика, результаты моделирования и оценка качества регулирования.

Ключевые слова: освещение помещений, светодиодное освещение, САР освещенности, цифровая САР, компьютерное моделирование, SimInTech, исследование САР.

SIMULATION OF A DIGITAL LIGHT CONTROL SYSTEM IN A SIMINTECH ENVIRONMENT

Shabaev Evgeny Adimovich, Chetverikov Evgeny Aleksandrovich, Belenov Vitaly Nikolaevich
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia
e.shabaev@rgau-msha.ru

Abstract. In biodynamic lighting systems, automatic feedback control implemented through an illumination sensor can be used to accurately maintain a set level of illumination. For the analysis and synthesis of such automatic control systems, it is advisable to use computer modeling in the SimInTech environment. Using the example of a dynamic lighting system with RGB-LED luminaires, the article examines the methodology, modeling results and evaluation of the quality of regulation.

Keywords: indoor lighting, LED lighting, illumination ACS, digital ACS, computer modeling, SimInTech, ACS research.

Одним из перспективных направлений развития освещения объектов АПК являются биодинамические системы освещения, в которых в зависимости от времени изменяются уровень освещенности и коррелированная цветовая

температура (КЦТ) источников света [1, 2]. Современные твердотельные источники света, RBG-светодиоды, RBGW-светодиоды и сочетание светодиодов (СИД) белого свечения с различными КЦТ, позволяют в широком диапазоне регулировать световой поток и цветность светильников.

Одной из задач системы управления биодинамическим освещением может являться поддержание заданного уровня освещенности. В качестве управляющего устройства в таких системах управления используют микропроцессорные устройства: специализированные контроллеры управления, программируемые реле, программируемые логические контроллеры. Поэтому система автоматического регулирования (САР) освещенности является цифровой, с характерной дискретизацией входных и выходных сигналов регулятора, что существенно может сказаться на устойчивости системы и качестве регулирования [3, 4].

Современные методы и программы для компьютерного моделирования позволяют без глубокого погружения в теорию автоматического управления цифровых и импульсных систем решать задачи по анализу и синтезу таких САР. В качестве примера рассмотрена система автоматического регулирования освещенности динамической системы освещения со светильниками с RGB-светодиодами (рис. 1) [5]. Компьютерное моделирование проведено с помощью программного обеспечения SimInTech [4, 6].

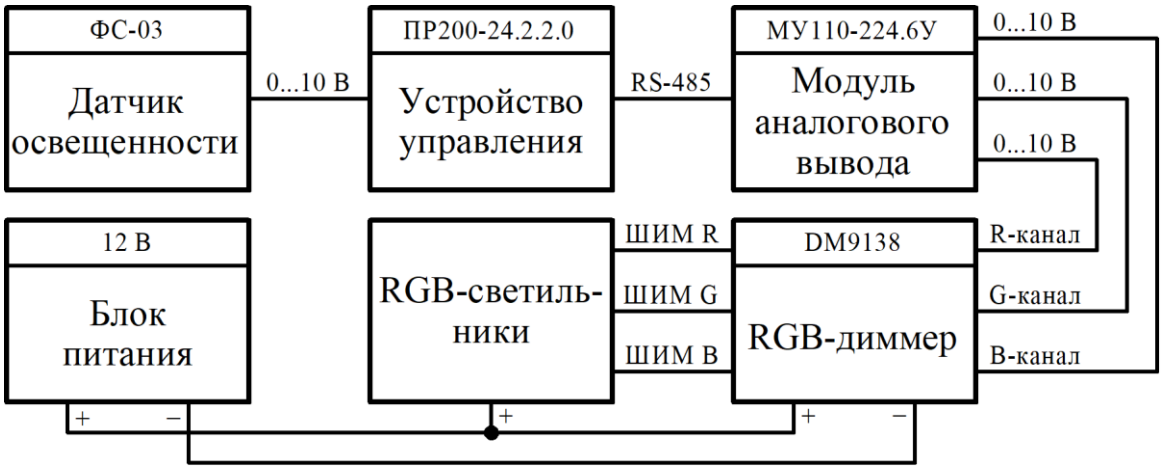


Рис. 1. Принципиальная схема САР освещенности

Измерение уровня освещенности осуществляется электронным датчиком освещенности (ДО) типа ФС-03. Изменение светового потока RGB-светильников производится посредством ШИМ токов через R-, G-, B-кристаллы с помощью RGB-диммера на частоте около 588 Гц. Разброс времени запаздывания цифровой части системы, программируемого реле ПР200 совместно с модулем МУ110, может составлять 16,1…66,1 мс. ПР200 реализует ПИ-закон управления (коэффициенты усиления пропорциональной и интегральной составляющих

$k_П$ = 0,12 и $k_И$ = 12,5). Освещенность (e) в помещении создается светильниками ($e_С$) и солнечным светом (e_0), формируя зрительное восприятие света ($E_{ЗР}$) у человека (рис. 2).

Блоки «ПР200 с МУ110», «RGB-диммер» и «RGB-светильники», ввиду их сложной структуры представлены в виде макроблоков (рис. 2). Вывод графиков переходных процессов $e = f(t)$, $E_{ЗР} = f(t)$, $E_{ДО} = f(t)$ и др. осуществлен с помощью блоков «Временной график».

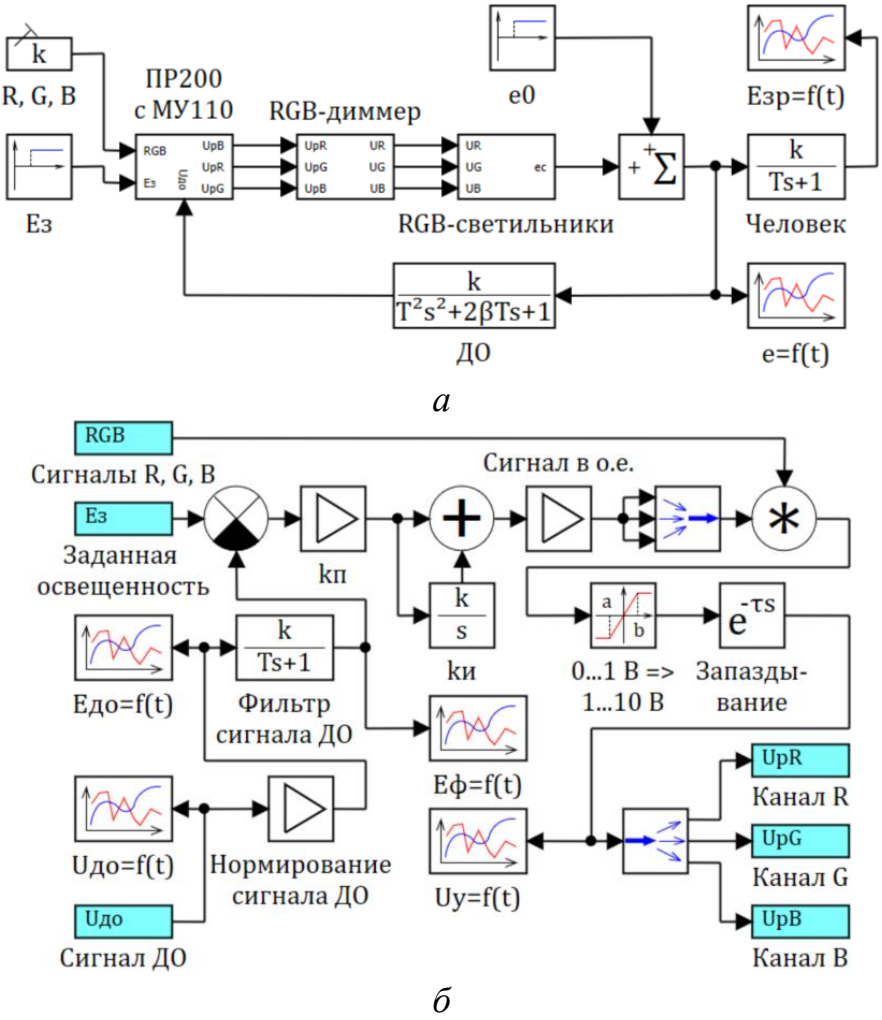
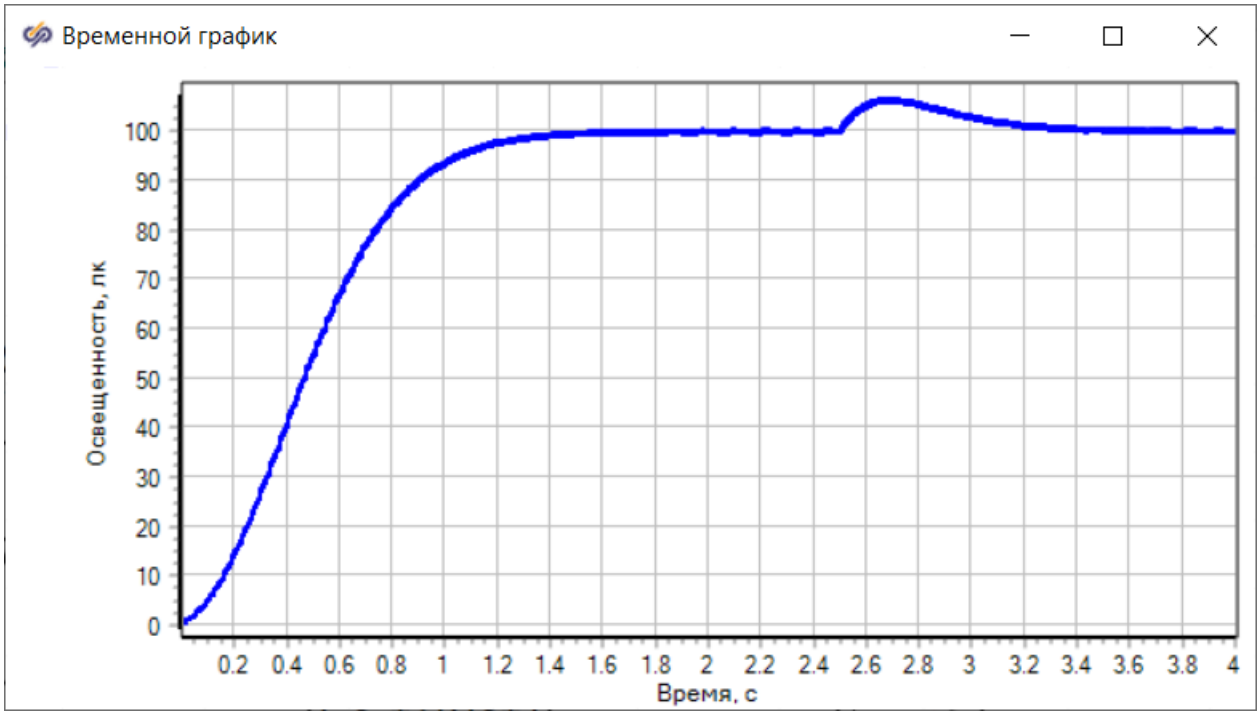


Рис. 2. Структурные схемы моделирования САР освещенности (*а*) и макроблока «ПР200 с МУ110» (*б*) в среде SimInTech

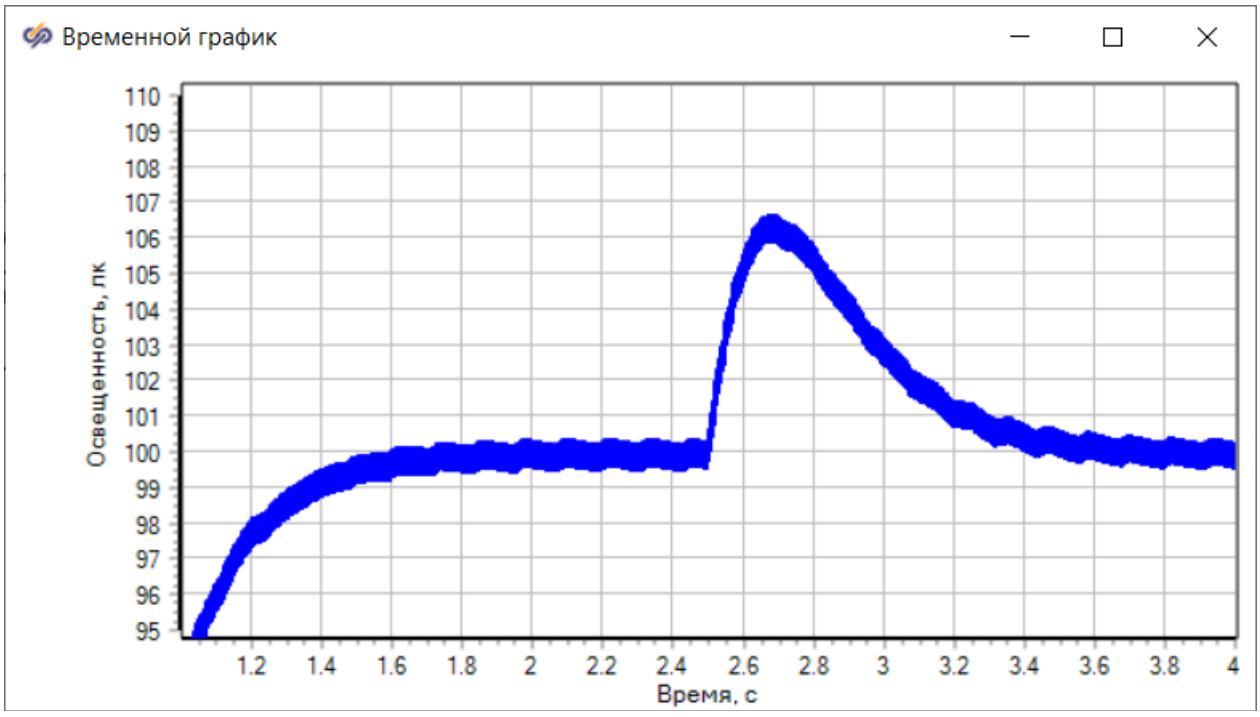
Моделирование произведено методом ARK21 (Адаптивный 1) с максимальным шагом 5 мкс при заданном значении освещенности $E_З$ = 100 лк изменении возмущения Δe_0 = 10 лк в момент времени 2,5 с. Результат компьютерного моделировании в виде графика переходного процесса $E_{ЗР} = f(t)$ представлен на рис. 3. При заданных настройках ПИ-регулятора и 5 % «трубке» обеспечиваются следующие показатели качества регулирования САР по задающему и возмущающему воздействиям:

– статическая ошибка близка к нулю;

– перерегулирование отсутствует и 6,6 %;
– время регулирования 1,07 с и 0,34 с.



а



б

Рис. 3. График переходного процесса $E_{ЗР} = f(t)$

В рассмотренном примере САР цифровая часть системы учтена звеном запаздывания (рис. 2 *б*), дискретизация по уровню АЦП и ЦАП ввиду их высокой разрядности не рассматривалась. В общетехнической библиотеке среды SimInTech предусмотрены специальные блоки «Экстраполятор» и

«Квантователь по уровню», с помощью которых можно моделировать работу цифровых преобразователей с учетом дискретизации во времени и по уровню.

На графике переходного процесса в увеличенном масштабе (рис. 2 *б*) виден результат ШИМ-регулирования световых потоков RGB-светильников, выражающийся в колебаниях освещенности в пределах 0,8 лк.

Компьютерное моделирование цифровой САР освещенности в среде SimInTech позволило получить график переходного процесса, произвести его анализ и оценить качество регулирования системы при заданных настройках ПИ-регулятора.

Источники

1. Ри, М. Циркадная фотобиология: новые горизонты практической и теоретической светотехники / М. Ри, М. Фигуэро, Д. Баллоу; пер. А. Шаракшанэ // Полупроводниковая светотехника. 2012. № 4. С. 58–63.

2. Кавтарашвили, А.Ш. Продуктивность кур при светодиодном освещении с изменяемой цветовой температурой / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, В.А. Гусев, Д.М. Гладин // Птицеводство. 2017. № 3. С. 27–29.

3. Шабаев, Е. А. Компьютерное моделирование цифровой системы автоматического регулирования освещенности / Е. А. Шабаев, М. М. Романовец // Инженерные технологии и системы. 2024. Т. 34, № 2. С. 295-317.

4. SimInTech: Применение информационных технологий в автоматическом управлении: учебное пособие / Б. А. Карташов, Е. А. Шабаев. Москва: ДМК Пресс, 2025. 580 с.

5. Газалов, В. С. Моделирование САР освещенности динамической системы освещения на RGB-светодиодах / В. С. Газалов, Е. А. Шабаев, М. М. Романовец // АгроЭкоИнфо. 2019. № 2(36). С. 36.

6. Хабаров С. П. Основы моделирования технических систем. Среда Simintech: учебное пособие / С. П. Хабаров, М. Л. Шилкина. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 120 с.

УДК 519.872

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОПЕЛЕНГАЦИИ СИГНАЛОВ ПРОТИВНИКА В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПА КВАЗИРЕГУЛЯРНОСТИ

Шайна Екатерина Александровна, Бугакова Надежда Игорьевна, Бондаренко Евгений Алексеевич
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия
Golovko_nadezhda46@mail.ru

Аннотация. В статье описывается математическая модель перехвата радиосигналов противника в условиях случайной численности состояния обнаружения. Применен принцип квазирегулярности, позволивший заменить неизвестные величины на их математические ожидания, и приведено решение методом динамики средних.

Ключевые слова: метод динамики средних, многоэлементные системы, марковский процесс, принцип квазирегулярности.

MATHEMATICAL MODELING OF ENEMY SIGNALS RADIO DIRECTION FINDING UNDER THE CONDITIONS OF APPLICATION OF THE PRINCIPLE OF QUASI-REGULARITY

Shayna Ekaterina Alexandrovna, Bugakova Nadezhda Igorevna, Bondarenko Yvgeniy Alekseevich
MERC AF «AFA», Voronezh, Russia
Golovko_nadezhda46@mail.ru

Abstract. The article describes a mathematical model for intercepting enemy radio signals under conditions of random number of detection states. The principle of quasi-regularity is applied, which allows replacing unknown quantities with their mathematical expectations, and a solution is given using the method of average dynamics.

Keywords: method of average dynamics, multi-element systems, Markov process, quasi-regularity principle.

Создание математических моделей играет ключевую роль в развитии военной науки, помогая решать широкий спектр задач, связанных с проектированием, эксплуатацией и модернизацией техники, а также совершенствовать и повышать боевую эффективность в целом. Зачастую при решении задач приходится сталкиваться с многоэлементными системами. Для таких систем целью моделирования является определение среднего количества элементов, которые находятся в одинаковых состояниях.

Массовость явления, большое количество взаимодействующих элементов "усредняет" индивидуальные флуктуации, делая детали распределения некритичными для общей картины. Поэтому, чем сложнее система и чем больше элементов она содержит, тем точнее работает метод динамики средних. Это связано с тем, что статистические флуктуации, свойственные отдельным элементам, в значительной степени компенсируют друг друга в масштабе всей системы [1].

При использовании метода динамики средних, мы можем столкнуться со значительными трудностями, если интенсивности потоков событий, переводящих элементы из одного состояния в другое, зависят от численности элементов в каждом из этих состояний [2].

В некоторых случаях число элементов в каждом состоянии является случайной величиной, что делает интенсивности потоков событий также случайными и, соответственно, неизвестными. Точное аналитическое решение в таких ситуациях часто оказывается недостижимым.

Тем не менее, на практике можно получить вполне удовлетворительные результаты, используя так называемый «принцип квазирегулярности» [3]. Суть этого принципа заключается в замене мгновенных, случайных значений численности элементов в состояниях на их средние значения – математические ожидания, т.е. на $\overline{x} = M(x)$. Другими словами, мы предполагаем, что интенсивности потоков событий зависят не от текущих, случайных значений численности элементов в состояниях, а от их средних значений, которые, в свою очередь, могут быть оценены с помощью различных методов, например, методов статистического моделирования или анализа данных. Это допущение значительно упрощает математическую модель и позволяет получить приближенное, но практически полезное решение.

Рассмотрим, например, задачу о перехвате радиосигналов противника. Следует отметить, что в данном случае командира будет интересовать число засеченных сигналов, а не вероятности пеленгации одного или двух-трех сигналов. Но для определения их среднего числа необходимо знать вероятности всех возможных состояний, поэтому целесообразно применение метода динамики средних [5].

Введем следующие величины:

S_1 – состояние "радиосигнал противника запеленгован";

χ – численность первого состояния (случайная величина);

S_2 – состояние "радиосигнал противника потерян";

λ – интенсивность обнаружения частоты сигнала противника одним человеком;

μ – интенсивность потерь обнаружения засеченного сигнала противника;

$K - x$ – текущее число операторов, ведущих поиск;

$(K - x)\lambda$ – интенсивность обнаружения одного сигнала;

$(L - x)\mu$ – число не захваченных частот передатчиков, находящихся в состоянии S_1.

Граф состояний одного передатчика приведен на рис 1.

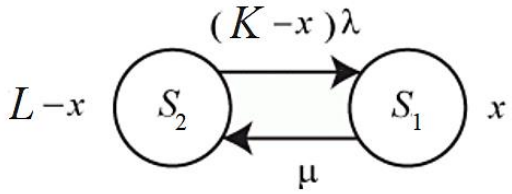


Рис. 1. Граф состояний одного передатчика

Составим систему дифференциальных уравнений Колмогорова [4]:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial x}{\partial t} = -\mu x + (K - x)\lambda(L - x); \\ \dfrac{\partial (K - x)}{\partial t} = \mu x - (K - x)\lambda(L - x). \end{cases} \quad (1)$$

Однако стоит отметить, что математическая модель (1) является трудноразрешимой из-за огромного количества уравнений. В таком случае задача решается в соответствии с методом динамики средних, который позволяет непосредственно определять математическое ожидание числа элементов сложной системы, благодаря чему результат становится гораздо точнее [5].

Согласно принципу квазирегулярности, заменим случайную численность запеленгованных радиосигналов на среднее значение и запишем уравнение динамики средних:

$$0 = -\mu\bar{x} + (K - \bar{x})\lambda(L - \bar{x}). \quad (2)$$

Будем считать, что интенсивность пеленгации и интенсивность потери сигнала являются пропорциональными величинами, а именно $\lambda = 2\mu$. Численность операторов, ведущих поиск, и радиосигналов противника равны. Тогда уравнение (2) преобразуется в следующее:

$$0 = -\mu\bar{x} + 2\mu(K - \bar{x})^2.$$

Откуда

$$2\bar{x}^2 - (4K+1)\bar{x} + 2K^2 = 0. \quad (3)$$

Решая квадратное уравнение (3), получаем следующие результаты:

$$D = 16K^2 + 8K + 1 - 16K^2 = 8K + 1 \Rightarrow K \geq -\frac{1}{8}.$$

Последнее означает, что задача (2) будет иметь решение при любом значении K. Теперь для наглядности примем численность операторов за 100:

$$2\bar{x}^2 - 401\bar{x} + 200 = 0 \Rightarrow \bar{x}_1 \approx 93, \bar{x}_2 \approx 107.$$

Если имеет место нелинейность уравнения динамики средних, то решение не будет единственным. В таких случаях берется тот результат, который не противоречит смыслу задачи. Так, в уравнении (3) был отброшен корень 107.

Полученные решения позволили найти математическое ожидание численности первого состояния S_1. Таким образом, 93 радиосигнала находятся в состоянии запеленгованности. Это достаточно высокий показатель, но вполне логичный в условиях пропорциональности вводных параметров интенсивности.

Приведенная задача и ее решение охватывают различные аспекты эксплуатации радиоэлектронных систем, начиная от проектирования и заканчивая стратегическим управлением. Математические модели позволяют существенно сократить затраты на испытания и повысить эффективность радиоэлектронной техники.

Источники

1. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы и методология // УРСС, 2006. С. 432.

2. Волгин Н. С. Применение методов теории вероятностей в оперативно-тактической области // ВМА, 1988.

3. Колмогоров А. Н. Число попаданий при нескольких выстрелах и общие принципы оценки эффективности системы стрельбы // Труды Математического института им. В. А. Стеклова, 1945. Вып. 12.

4. Чуев Ю. В. Исследование операций в военном деле // Воениздат, 1970. С. 256.

5. Чуев В. Ю., Дубограй И. В. Модели динамики средних двусторонних боевых действий многочисленных группировок // Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. С.80.

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ В IT-ПРОЕКТАХ

Шараев Айдар Айратович
КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань, Россия
aidar.sharaev@yandex.ru

Аннотация. В данной статье сравниваются методы организации проекта CPM, PDM, которые необходимы для руководителя отдела при расчете стоимости и сроков выполнения поручения. Проводится анализ применения, изучаются положительные и отрицательные стороны, а также рассматривается пример на основе разработке IT-проекта.

Ключевые слова: ведение проекта, CPM, PDM, распределение ресурсов, критический путь.

STUDY OF TASK ALLOCATION METHODS IN IT-PROJECTS

Sharaev Aydar Ayratovich
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia
aidar.sharaev@yandex.ru

Annotation. This article compares the CPM, PDM project organisation methods that are essential for a department manager when calculating the cost and time of an assignment. The application is analysed, positive and negative sides are studied, and an example based on IT project development is considered.

Keywords: project management, CPM, PDM, resource allocation, critical path.

Проект – это целенаправленная, ограниченная во времени деятельность, осуществляемая для удовлетворения конкретных потребностей при наличии внешних и внутренних ограничений и использовании ограниченных ресурсов [1]. Важнейшим параметром успеха является грамотное планирование задач без потери в качестве на протяжении всего срока, для этого руководители должны применять методы контроля.

Для контроля параметров, помогающих работать эффективно и иметь возможность точно определять условия проекта, необходимо внедрять система контроля затрат и анализа расписания. Ее цель – уменьшить отклонения, которые могут возникнуть в работе и минимизировать риск задержек. К таким методам можно отнести – это CPM и PDM. Такие сравнения уже проводились между различными методологиями: PERT и CPM [2] или анализ PDM [3].

Методы организации проекта

CPM (метод критического пути) – это цепочка связанных задач, которая обладает наибольшим количеством времени и показывает минимальное время, за которое проект может быть завершен [4]. Исполнитель задач, входящих в состав критического пути, становится ответственным за срок выполнения всего проекта в целом, так как при несвоевременной реализации задачи, происходит общее задержка всего плана в целом. Метод может быть применен в проектах, задачи которого уже выполнялись ранее и данные о затратах на реализацию действий могут быть применены для будущего планирования.

PDM (метод диаграммы предшественников) представляет собой метод, используемый для составления плана проекта, в которой операции представлены узлами и связаны одной или несколькими связями. Задачи могут иметь несколько типов зависимостей. Например, SS, указывающая на то, что задача не может начаться, пока не начнется предыдущая, также существуют связи FS, FF, SF. При выставлении связывания надо избегать появления циклов и множественных связей, поэтому необходимо выбрать одно наиболее важную.

Исследование. Описание связей между действиями проекта «Создание информационной системы» можно рассмотреть на таблице 1. В таблице указаны описания, сроки выполнения и связи, без которых задача не может быть начата. Критический путь представлен на сетевых диаграммах рис. 1 и рис. 2.

Таблица 1. Описание предшественников методов CPM и PDM

№	Задача	Длительность	Предшественник (CPM)		Предшественник (PDM)	
1	Определение целей проекта	3	A		A	
2	Сбор и анализ требований	5	B	A	B	A SS
3	Создание спецификаций	34	C	B	C	B
4	Проектирование архитектуры	28	D	C	D	C SS
5	Разработка прототипа интерфейса	8	E	D	E	D
6	Утверждение прототипа	19	F	E	F	E
7	Разработка базы данных	11	G	F	G	F
8	Реализация серверной части	27	H	G	H	G SS
9	Реализация клиентской части	3	I	H	I	H
10	Реализация аутентификации	2	J	I	J	I SS
11	Написание модульных тестов	5	K	J	K	J
12	Интеграционного тестирования	1	L	K, H	L	K, H
13	Функционального тестирования	9	M	L	M	L
14	Задачи оптимизации	3	N	M	N	M
15	Правка документации	6	O	N	O	N SS
16	Подготовка документации	2	P	O	P	O

№	Задача	Длительность	Предшественник (CPM)		Предшественник (PDM)	
17	Настройка среды развертывания	6	Q	P	Q	P
18	Развертывание на тестовом сервере	4	R	Q	R	Q
19	Тестирования на тестовом сервере	2	S	R	S	U SS
20	Исправление найденных ошибок	2	T	Q	T	R SS
21	Развертывание на продакшн-сервере	4	U	T	U	R
22	Настройка мониторинга и логирования	4	V	Y	V	Y
23	Обучение технической поддержки	2	W	S	W	U
24	Сбор обратной связи	2	X	U	X	W SS
25	Поддержка и обновление	2	Y	W, X	Y	X
26	Правка документации	1	Z	V	Z	V SS

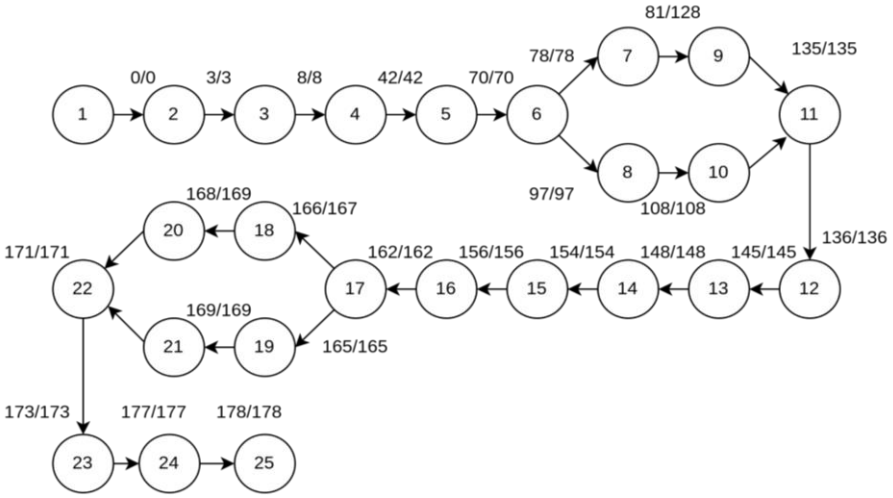


Рис. 1. Диаграмма метода CPM

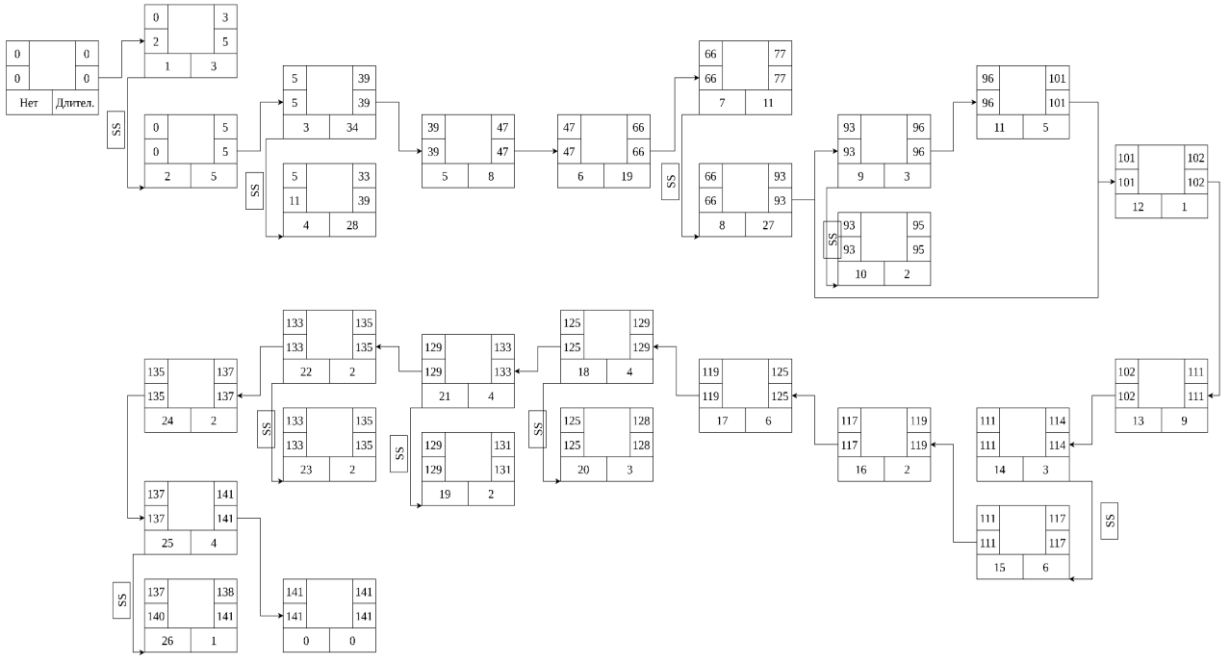


Рис. 2. Диаграмма метода PDM

Из полученных результатам видно, что каждый из имеющихся методов отличается и дает свое временное видение выполнение проекта. Методикой CPM было получено значение в 178 дней. Долгое время объясняется тем, что в критическом пути задачи были взаимозависимы, они зависели только от времени завершения предшествующих, а не от продолжительности задачи.

Методом PDM был получен результат продолжительности – 141 день, так как расстановки приоритетов происходила системой SS, это привело к тому, что многие задачи выполнялись одновременно с другими, приведя к уменьшению общего пути.

Можно сделать вывод, что метод PDM является предпочтительным, так как позволяет провести глубокий анализ на этапе планирования, а также обладает лучший значением критического пути.

Источники

1. Фунтов В. Н. Основы управления проектами в компании / В. Н. Фунтов. СПб.: Питер, 2011. 393 с.

2. BaIts H. A., Arum Puspita I. and Bay A. F. Combination of Program Evaluation and Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM) for Project Schedule Development. International Journal of Integrated Engineering, 12(3), 2020. pp. 68–75.

3. Naidu T.T.K. and Angadi R.U. Comparative Analysis between Critical Path Method and Monte Carlo Simulation. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 5(6), 2018. pp. 112-118.

4. Trauner T.J., Lowe S., Nagata M.F. and Manginelli W.A. Construction delays. Elsevier Science & Technology Books. 2017.

5. Soeharto. Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional. Erlangga. Jakarta.1997.

УДК 533.6.071

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРА ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Шинкевич Данил Андреевич, Пранькoв Данил Алексcевич, Муравьев Игорь Константинович
ИГЭУ им. В.И. Ленина, г. Иваново, Россия
dan-shinkevich@yandex.ru, kafsu@su.ispu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные способы регулирования режимов работы центробежного турбокомпрессора на примере имитационной модели К-5500-42-1, разработанной на основе модуля теплогидравлического HS кода среды динамического моделирования SimInTech. Описаны основные особенности моделирования секций компрессора, воздухоохладителя, как кожухотрубчатого теплообменника, и регулирующего клапана. Представлены пошаговые действия по изменению рабочей точки при помощи изменения частоты вращения ротора и изменения положения воздушно-разгрузочного клапана на нагнетании турбокомпрессора.

Ключевые слова: турбокомпрессор, регулирование, имитационное моделирование, SimInTech.

SIMULATION OF CONTROL METHODS BY A BLAST FURNACE TURBOCHARGER

Shinkevich Danil Andreevich, Prankov Danil Alekseevich, Myravev Igor Konstantinovich
ISPU named after V.I. Lenin, Ivanovo, Russia
dan-shinkevich@yandex.ru, kafsu@su.ispu.ru

Abstract. The article explores the main methods of controlling a centrifugal turbocompressor using the example of a simulation model of the K-5500-42-1 compressor. This model was developed based on the heat and hydraulic HS module of the dynamic simulation environment SimInTech. The article describes the key features of modeling the compressor sections, the air cooler (treated as a shell-and-tube heat exchanger), and the control valve. Step-by-step instructions are provided on how to change the operating point by adjusting the rotor speed and the position of the air-relief valve on the discharge side of the turbocompressor.

Keywords: turbocharger, regulation, simulation, SimInTech.

В металлургическом производстве поддержание оптимального режима работы доменных печей достигается посредством принудительной подачи дутья – сжатого воздуха, обогащенного кислородом. Для этой цели применяются

высокопроизводительные нагнетательные агрегаты, такие как, центробежный турбокомпрессор К-5500-42-1 производства АО «Невский завод», г. Санкт-Петербург.

Центробежный компрессор К-5500-42-1 является одноцилиндровым, двухсекционным, четырехступенчатым, с промежуточным охладителем нагнетательным агрегатом.

Для поддержания требуемых значений параметров (давления и объемного расхода) на нагнетании турбокомпрессора в течение всего года используются различные способы регулирования.

Основным способом регулирования турбокомпрессоров высокой производительности является изменение числа оборотов ротора с совместным изменением положения регулирующего органа на воздушно-разгрузочном клапане с последующим выбросом сжатого воздуха в атмосферу [1].

При изменении частоты вращения ротора паровой турбины изменяется положение рабочей точки на характеристике сети (рис. 1). Максимальная частота вращения турбокомпрессора будет соответствовать рабочей точке РТ1. По мере уменьшения числа оборотов, рабочая точка будет перемещаться в сторону РТ2, уменьшая давление и объемный расход на нагнетании.

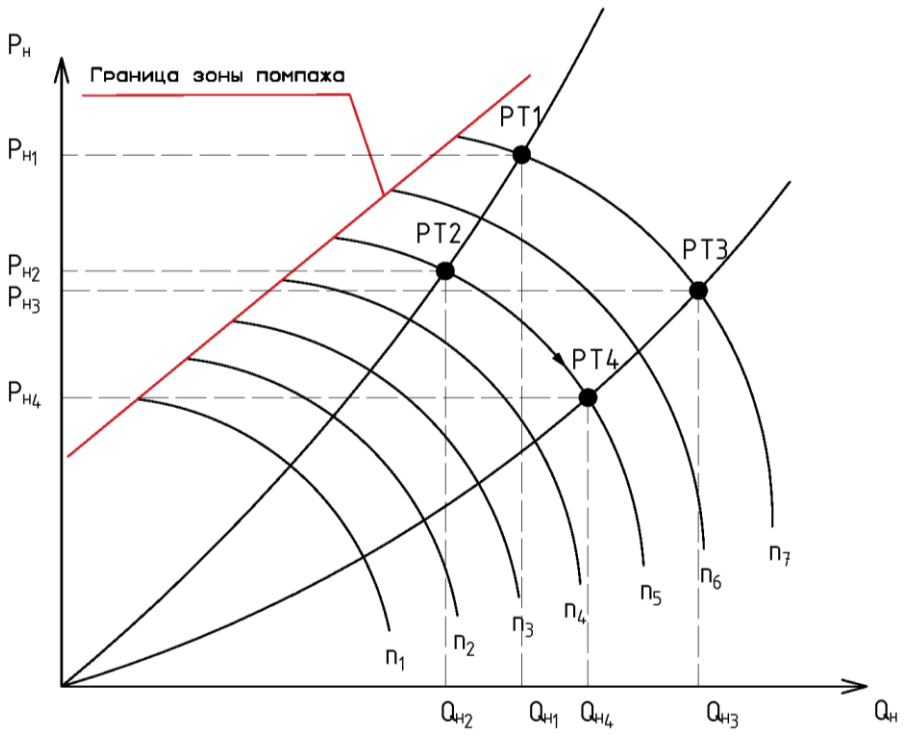


Рис. 1. Способы регулирования режимов работы турбокомпрессора

Использование регулирующего клапана позволяет изменять характеристику сети, и, следовательно, перемещать рабочую точку в положения

РТ3 и РТ4. В таком случае, излишки воздуха сбрасываются в атмосферу через воздушно-разгрузочный клапан. Такой метод регулирования позволяет снизить давление на нагнетании в зимнее время, для избежания явления помпажа компрессора [2].

Моделирование таких режимов работы позволяют заранее определить положение рабочей точки на газодинамической характеристике и ее параметры, а также оценить снижение энергоэффективности с учетом выброса сжатого воздуха в атмосферу.

Для имитационного моделирования такой системы использовался модуль теплогидравлического кода HS среды динамического моделирования SimInTech. Расчетный теплогидравлический код предназначен для расчета динамики поведения основных параметров сжимаемого и несжимаемого теплоносителя в теплогидравлических контурах с произвольной топологией [3].

В состав имитационной модели входит: две секции турбокомпрессора, промежуточный воздухоохладитель и регулирующая арматура. На рабочем пространстве отображается информация о давлении, температуре, энтальпии, объемном расходе на входе и выходе каждого блока.

Данные аппроксимированных газодинамических характеристик [4] для диапазона частот вращения передаются через редактор таблиц, встроенный в SimInTech. При заданных граничных условиях, параметрах узлов и каналов по значениям числа оборотов и массового расхода воздуха определяется соответствующая степень сжатия каждой секции компрессора.

Общий вид имитационной модели с расчетными параметрами в точке РТ3 представлен на рис. 2.

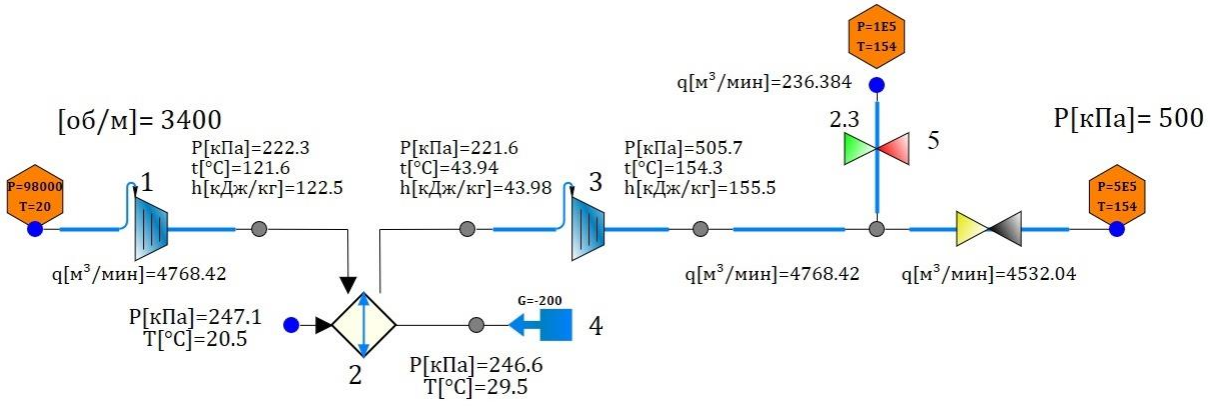


Рис. 2. Имитационная модель компрессора при параметрах рабочей точки в РТ3: 1 – первая секция компрессора; 2 – промежуточный воздухоохладитель; 3 – вторая секция компрессора; 4 – расчетный блок «Подпитка»; 5 – воздушно-разгрузочный клапан

Моделирование промежуточного воздухоохладителя производилось на базе блока кожухотрубчатого теплообменника с указанием характеристик

трубного пучка, межтрубного пространства и т.д. Блок «Подпитка» обеспечивает заданное значения охлаждающей воды.

Для регулирующего клапана разработана линейная характеристика, которая реализует зависимость местного сопротивления от текущего положения.

После отладки каждого блока модели по отдельности, разработанная имитационная модель была верифицирована по архивным данным [2].

Рассмотрим пошагово смену режимов работы турбокомпрессора. Для обеспечения доменной печи дутьем примем достаточным следующие параметры на нагнетании: $P_н$=500 кПа (абс.), $Q_н$=4500 нм^3/мин.

Примем РТ1 как изначальное положение рабочей точки: $P_н$=450 кПа (абс.), $Q_н$=4250 нм^3/мин (рис. 3) при начальных граничных условиях: температура наружного воздуха $T_{нв}$=+20 °С и давление на всасывании $P_{нв}$=98 кПа.

При увеличении частоты вращения ротора на модели параметры на нагнетании в точке РТ2 примут значения: $P_н$=520 кПа (абс.), $Q_н$=4500 нм^3/мин. Такая рабочая точка соответствует предпомпажному [5] режиму работы. Во избежание аварийной ситуации, используя воздушно-разгрузочный клапан на имитационной модели, изменим характеристику сети. Рабочая точка перейдет в РТ3. Параметры на нагнетании турбокомпрессора составят $P_н$=500 кПа (абс.) и $Q_н$=4750 нм^3/мин. Излишний расход дутья в атмосферу составит примерно 250 нм^3/мин.

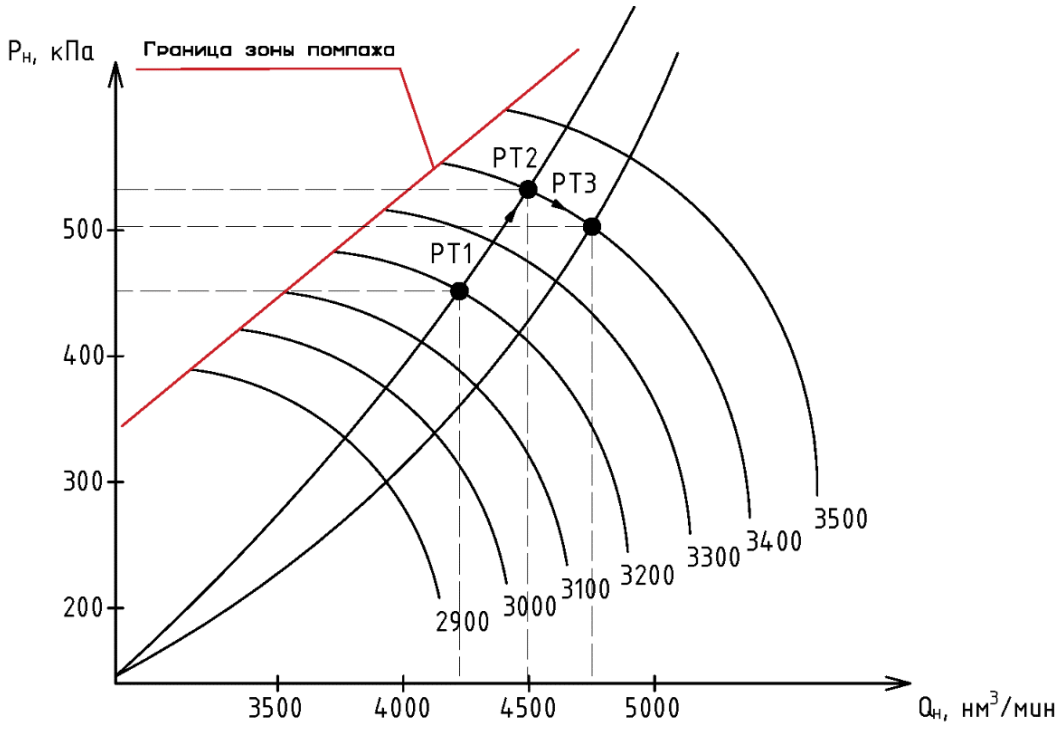


Рис. 3. Изменение рабочей точки турбокомпрессора

Таким образом, разработанная имитационная модель позволяет оценить положение рабочей точки турбокомпрессорного агрегата и при дальнейшем моделировании системы управления определять оптимальные режимы работы с минимальными потерями энергоэффективности на производстве дутья.

Источники

1. Проектирование и эксплуатация промышленных центробежных компрессоров / И.Г. Хисамеев, В.А. Максимов, Г.С. Баткис, Я.З. Гузельбаев. Казань: Изд-во «ФЭН», 2010. 671 с.

2. Шинкевич Д.А., Муравьев И.К., Сурков М.Д. Особенности регулирования центробежного компрессора при работе на потребителя с жестко заданными параметрами // X Международная научно-техническая конференция «Энергетические системы» (ICES-2024B). Белгород, 2024. 2024. Т. 9, № 3. С. 66–71.

3. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования / Б.А. Карташов, Е.А. Шабаев, О.С. Козлов, А.М. Щекатуров. М.: ДМК Пресс, 2017. 424 с.

4. Осинцев В.В., Форостов В.М., Жиргалова Т.Б. Газодинамические расчеты центробежных компрессорных машин: Учеб. пособие. Челябинск: ЧПИ, 1989. 89 с.

5. Хадиев М.Б., Зиннатуллин Н.Х., Нафиков И.М. Механизм помпажа в центробежных компрессорах // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 16. С. 249–255.

УДК 51-77

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

Юдина Виктория Сергеевна
Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского,
г. Донецк, ДНР
yudina.viktorya@yandex.ru

Аннотация. В работе исследовано моделирование стратегических коммуникация при помощи экономико-математических подходов для управления организационными изменениями. Рассматриваются модели системной динамики, агентно-ориентированное моделирование и сетевой анализ, которые способствуют оптимизации коммуникационных процессов. Статья подчеркивает особую важность эффективной коммуникации для снижения сопротивления изменениям, повышения адаптивности организации и достижения стратегических целей.

Ключевые слова: коммуникации, экономико-математические модели, моделирование, организационные изменения

ECONOMIC AND MATHEMATICAL APPROACHES TO MANAGING ORGANIZATIONAL CHANGES

Yudina Viktoriya Sergeevna
Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky,
Donetsk, DPR
yudina.viktorya@yandex.ru

Abstract. This paper explores the modeling of strategic communications using economic-mathematical approaches for managing organizational changes. It examines system dynamics models, agent-based modeling, and network analysis, which contribute to the optimization of communication processes. The article emphasizes the critical importance of effective communication in reducing resistance to change, enhancing organizational adaptability, and achieving strategic goals.

Keywords: communications, economic-mathematical models, modeling, organizational changes.

Стратегические коммуникации играют решающую роль в процессе управления организационными изменениями. Эффективное взаимодействие способствует координации действий, снижению сопротивления изменениям и достижению стратегических целей. В данной статье рассматриваются

экономико-математические подходы к моделированию стратегических коммуникаций, направленные на оптимизацию управленческих процессов и повышение эффективности организационных трансформаций.

Вопрос экономико-математического моделирования бизнес-процессов неизменно остается в центре внимания ученых и исследователей. В последние годы отечественные специалисты уделяют особое внимание применению экономических методов и моделей в контексте конкретных бизнес-процессов. Так, в работе Халидовой М.А. подчеркнута необходимость развития экономико-математического моделирования для стратегического планирования организации [1]. Р. Сусов и В. Багатерия исследуют эффективность экономико-математического моделирования в аспекте оптимизации бизнес-процессов современных предприятий [2]. С. Измалкова и Т. Головина анализируют возможности бизнес-моделирования экономических систем с использованием технологий обработки больших данных [3].

Стратегические коммуникации включают планирование, внедрение и контроль процессов взаимодействия, направленных на поддержку организационных изменений. Организационные изменения охватывают трансформации в структуре, процессах, корпоративной культуре и стратегии компании. Экономико-математическое моделирование выступает ключевым инструментом оптимизации и управления стратегическими коммуникациями. Применение таких моделей позволяет анализировать сложные взаимосвязи между различными элементами организационной системы, прогнозировать влияние коммуникационных стратегий на результаты деятельности и принимать обоснованные управленческие решения. Одним из основных преимуществ экономико-математического моделирования является возможность создания точных и надежных моделей, отражающих реальные процессы и позволяющих выявить ключевые факторы успеха. Стратегические коммуникации играют важную роль в координации действий, снижении сопротивления изменениям и достижении стратегических целей организации.

Экономико-математические модели, такие как системная динамика, агентно-ориентированное моделирование и сетевой анализ, обеспечивают более глубокое понимание коммуникационных процессов, помогают выявлять ключевые узлы взаимодействия и оптимизировать потоки информации. Эти методы также способствуют адаптации коммуникационных стратегий к изменяющимся условиям внешней среды, повышая гибкость и адаптивность организации.

Обобщение результатов, полученных с помощью экономико-математических моделей, позволяет разработать эффективные коммуникационные стратегии, способствующие повышению конкурентоспособности, укреплению внутренней координации и поддержанию

положительного имиджа организации. Таким образом, интеграция экономико-математических подходов в процесс стратегических коммуникаций является необходимым условием для обеспечения устойчивого развития и успешной реализации организационных изменений.

Экономико-математические методы позволяют проводить эксперименты с экономическими процессами, что дает возможность анализировать различные сценарии и минимизировать риски. В современных условиях даже опытные руководители не всегда способны объективно оценить преимущества и недостатки различных вариантов решений, поэтому управление на основе моделей снижает вероятность негативных последствий.

Решение управленческих задач с использованием моделей является более экономически выгодным, так как относительно небольшие затраты на моделирование позволяют имитировать «экономические потрясения» без значительных финансовых потерь. В самом общем смысле понятие «модель» можно связать с созданием копии оригинального объекта в уменьшенном или увеличенном виде при сохранении пропорций, например, макетов зданий, мостов, самолетов и других конструкций.

Совокупность процессов, связанных с построением, анализом и использованием моделей, называется моделированием, а математическое моделирование представляет собой систему соотношений – уравнений, неравенств, логических условий, операторов и графиков, которые описывают характеристики состояния объекта моделирования [2].

Математическое моделирование, как правило, учитывает только те свойства объекта, которые имеют ключевое значение с точки зрения целей и задач конкретного исследования. В зависимости от целей моделирования один и тот же объект может рассматриваться с различных точек зрения и в разных аспектах, что позволяет создавать систему математических моделей, применяемых для мониторинга, качественного анализа социотехнических и экономических объектов на макро- и микроуровнях развития общества, а также для принятия управленческих решений, направленных на их эффективное функционирование.

Процесс экономико-математического моделирования начинается с определения основной стратегической задачи, что позволяет сформулировать цели и ключевые задачи исследования, провести количественно-качественное описание состояния объекта, выявить тенденции его эффективного развития с учетом возможных рисков и социально-экономических ограничений. Для моделирования стратегических коммуникаций применяются различные экономико-математические подходы, которые позволяют анализировать и оптимизировать коммуникационные процессы (табл. 1).

Таблица 1. Экономико-математические подходы к моделированию коммуникаций

Модель	***Применение***	***Результативность***
Модель системной динамики	Используется для моделирования взаимодействия между различными элементами организации и анализа динамики изменений	Позволяет прогнозировать влияние коммуникационных стратегий на организационные изменения
Агентно-ориентированное моделирование	Применяется для моделирования поведения отдельных агентов (сотрудников) и их взаимодействия в процессе коммуникаций	помогает выявить ключевые факторы, влияющие на успешность коммуникационных стратегий
Сетевой анализ	Используется для анализа структурных характеристик коммуникационных сетей в организации	Позволяет идентифицировать центральные узлы и оптимизировать потоки информации

Интеграция экономико-математических подходов к моделированию стратегических коммуникаций способствует снижению сопротивления изменениям, оптимизации управленческих процессов и повышению адаптивности организации. Эффективная коммуникация помогает преодолеть сопротивление сотрудников к изменениям и обеспечить их поддержку, а математические модели позволяют рационально планировать и контролировать коммуникационные процессы. В результате организация становится более гибкой и способной оперативно реагировать на изменения внешней среды.

При формулировании задачи учитываются только значимые факторы и оптимальные значения, подлежащие определению. Эти факторы подразделяются на управляемые и неуправляемые (ограничения). Поэтому на этапе построения модели развития исследуемого объекта необходимо определить, какими характеристиками или переменными можно варьировать, игнорируя постоянные факторы, поскольку их исключение может привести к ошибочным решениям.

На втором этапе определяются методы решения и разрабатывается математическая модель исследуемого объекта. Для решения поставленных задач используются такие математические методы, как дифференцирование, интегрирование, теория игр и статистических решений, линейное и нелинейное программирование, сетевое планирование и управление, теория вероятностей, статистика, корреляционный анализ, теория массового обслуживания. Далее проводится проверка адекватности модели на основе достоверности полученных результатов и оценки их устойчивости.

Третий этап экономико-математического моделирования включает исследование модели, реализованной в виде компьютерной программы. На этом

этапе выполняются расчеты, анализируются полученные результаты и принимается окончательное управленческое решение. Комплексное применение экономико-математических моделей позволяет оптимизировать управление организационными изменениями, обеспечивая обоснованность принимаемых решений. Ключевым условием эффективного использования этого инструментария является наличие адекватной, полной и достоверной информации для формирования входных параметров моделей. Применение экономико-математического моделирования позволяет не только оценить текущее состояние организационных изменений, но и разработать научно обоснованные подходы к их эффективному внедрению.

Использование данного инструментария способствует систематизации и оценке процессов организационных изменений, помогает разрабатывать превентивные меры и механизмы управления кризисными ситуациями, а также создает основу для устойчивого развития организации. Оценка и анализ процессов изменений с использованием экономико-математических моделей способствуют снижению сопротивления изменениям и успешному достижению стратегических целей организации.

Источники

1. Халидова М. А. Применение экономико-математического моделирования в стратегическом планировании деятельности предприятия // Вестник Академии знаний. 2022. №1 (48). С. 355-360.

2. Сусов Р. В., Багатурия В. В. Имитационное моделирование бизнес-процессов: возможности и проблемы. // Математическое моделирование, численные методы и информационные системы: сб. статей 2 Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Самара: Изд-во «Самарский муниципальный институт управления», 2010. С. 31-35

3. Измалкова С. А., Головина Т. А. Использование глобальных технологий «Big Data» в управлении экономическими системами // Известия ТулГУ. Экономические и юридические науки. 2015. №4-1. С. 151-158.

УДК 621.039.586

МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АВАРИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Ямалов Булат Радикович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
bulatyamalov720@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные подходы к моделированию аварийных режимов атомных электростанций. Анализируются методы компьютерного моделирования, процедуры верификации и валидации расчетных алгоритмов, а также критерии выбора программных комплексов. Особое внимание уделено перспективам развития вычислительных технологий для повышения безопасности АЭС.

Ключевые слова: моделирование аварий, атомные электростанции, компьютерные расчеты, верификация, программные комплексы, ядерная безопасность.

METHODOLOGY OF COMPUTER SIMULATION OF ACCIDENT PROCESSES AT NUCLEAR POWER PLANTS: MODERN APPROACHES AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Yamalov Bulat Radikovich
KSPEU, Kazan, Russia
bulatyamalov720@mail.ru

Abstract. The article examines modern approaches to modeling accident scenarios at nuclear power plants. It analyzes computer simulation methods, verification and validation procedures for computational algorithms, as well as criteria for selecting software systems. Particular attention is paid to the development prospects of computational technologies for enhancing nuclear safety.

Keywords: accident simulation, nuclear power plants, computer modeling, verification, software systems, nuclear safety.

Моделирование аварийных режимов АЭС представляет собой ключевой инструмент обеспечения ядерной безопасности. В современных условиях, когда требования к безопасности АЭС ужесточаются, а сложность технологических процессов возрастает, особую значимость приобретает использование специализированного программного обеспечения, способного с высокой точностью прогнозировать развитие аварийных ситуаций.

Методы моделирования аварийных ситуаций на атомных электростанциях представляют собой сложную систему взаимосвязанных подходов, которые можно классифицировать по нескольким ключевым признакам. Наиболее существенными критериями классификации являются тип решаемых задач, уровень детализации модели и этап развития аварийного процесса [1]. По типу решаемых задач методы моделирования разделяются на три основные группы. Теплогидравлические расчеты занимают центральное место в анализе аварийных режимов, поскольку позволяют исследовать поведение теплоносителя, процессы теплообмена и работоспособность систем охлаждения. Эти расчеты особенно важны для моделирования таких сценариев, как потеря теплоносителя или отказ систем аварийного охлаждения. Нейтронно-физическое моделирование дополняет теплогидравлические расчеты, обеспечивая анализ изменений нейтронного потока и реактивности, что критически важно для понимания динамики мощности реактора в аварийных условиях. Третья группа методов - анализ прочности конструкций - фокусируется на оценке механической целостности элементов реакторной установки при экстремальных нагрузках. Также важным аспектом является уровень детализации моделирования. Упрощенные модели, основанные на усредненных параметрах, обеспечивают высокую скорость расчетов и особенно полезны для анализа долгосрочных сценариев. Однако их ограниченная точность в описании локальных процессов обуславливает необходимость применения детализированных подходов, которые позволяют исследовать пространственное распределение параметров с высокой точностью, хотя и требуют значительных вычислительных ресурсов. Оптимальным компромиссом во многих случаях становятся гибридные подходы, сочетающие преимущества обоих методов. Особую значимость имеет классификация методов моделирования по этапам развития аварии. Для проектных аварий, которые учитываются при проектировании АЭС, применяются стандартные методы теплогидравлического и нейтронно-физического анализа. Моделирование запроектных аварий требует более сложных подходов, учитывающих возможность множественных отказов и проверку устойчивости защитных барьеров. Такая многоуровневая классификация методов моделирования отражает комплексный характер задач по обеспечению безопасности АЭС и позволяет выбирать оптимальные подходы для различных целей.

В зависимости от характера решаемых задач и требуемой точности прогнозирования применяются различные классы математических моделей, среди которых принципиальное значение имеет разделение на детерминированные и вероятностные подходы [2]. Детерминированные модели, базирующиеся на строгих физических законах и фундаментальных уравнениях сохранения массы, энергии и импульса, составляют основу для анализа

проектных аварий и теплогидравлических процессов. Эти модели позволяют получить однозначное решение для заданных начальных и граничных условий и особенно эффективны при моделировании установившихся и переходных режимов работы оборудования. В отличие от них, вероятностные методы учитывают случайную природу многих аварийных процессов и применяются для оценки рисков и анализа запроектных аварий, где требуется учёт неопределённостей исходных данных и параметров системы. Также расчеты делятся на статистические (для анализа предельных состояний и установившихся режимов) и динамические (при исследовании переходных процессов). Современные вычислительные комплексы часто интегрируют оба подхода, что позволяет последовательно анализировать как стационарные состояния, так и их эволюцию во времени.

Критически важным компонентом всего процесса моделирования является комплексная верификация и валидация математических моделей [3]. Процедура верификации направлена на подтверждение корректности численной реализации моделей, тогда как валидация устанавливает степень соответствия расчетных результатов экспериментальным данным. Программные комплексы для моделирования аварийных режимов проходят многолетние циклы верификации и валидации перед их сертификацией для применения в практической деятельности. Этот процесс включает не только проверку соответствия экспериментальным данным, но и оценку устойчивости численных алгоритмов, анализ чувствительности к входным параметрам и определение границ применимости моделей. Только после всесторонней проверки математические модели могут быть использованы для обоснования безопасности атомных станций и разработки мер по предотвращению аварий и минимизации их последствий.

Выбор оптимального программного обеспечения для моделирования аварийных ситуаций на атомных электростанциях представляет собой сложную многокритериальную задачу, требующую комплексного подхода. Основополагающий критерий включает точность и адекватность моделирования. Не менее важным аспектом при выборе программного обеспечения – вычислительная эффективность, которая определяет практическую применимость комплекса в реальных условиях. Гибкость и масштабируемость программных комплексов также являются важными характеристиками, они определяют их долгосрочную перспективу и возможность адаптации к изменяющимся требованиям. В условиях постоянного совершенствования конструкций реакторов и систем безопасности способность программного обеспечения к модификации и расширению функциональности становится критически важной. Современные системы моделирования должны сочетать высокую точность расчетов с разумными требованиями к аппаратным

ресурсам. Стоит отметить, что выбор программного комплекса всегда представляет собой поиск оптимального баланса между различными, часто противоречивыми требованиями. Например, повышение точности моделирования обычно приводит к увеличению вычислительных затрат, а расширение функциональности может усложнить интерфейс. Поэтому при выборе решения необходимо четко определить приоритеты, исходя из конкретных задач моделирования и условий эксплуатации.

Моделирование аварийных режимов атомных электростанций представляет собой важнейший инструмент обеспечения безопасности ядерной энергетики. Развитие методов математического моделирования аварийных режимов АЭС продолжается по нескольким ключевым направлениям: совершенствование физических моделей, особенно для описания тяжелых аварий; разработка более эффективных численных алгоритмов; создание интегрированных платформ, сочетающих различные подходы; расширение базы экспериментальных данных для верификации. Эти усилия направлены на повышение достоверности прогнозов и обеспечение более надежной основы для принятия решений в области ядерной безопасности.

Источники

1. International atomic energy agency, Approaches and Tools for Severe Accident Analysis for Nuclear Power Plants, Safety Reports Series. № 56, IAEA, Vienna (2008).

2. Di Maio F., Smith C.L., Rychkov V. Integrated Deterministic and Probabilistic Safety Analysis for Safety Assessment of Nuclear Power Plants // Science and Technol. Nucl. Install. 2015

3. Кириллов П. Л. Закономерности теплообмена и верификация теплогидравлических кодов для реакторов, охлаждаемых водой сверхкритического давления // Атомная энергия. 2021. Т. 130, № 4. С. 198-203.

УДК 532.5:536.421

ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Аракчеев Илья Сергеевич, Никифоров Сергей Александрович
КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия
ilya_arakcheev333@mail.ru, SANikiforov@kai.ru

Аннотация. Работа посвящена моделированию гидродинамики жидкого металла при лазерной сварке нержавеющей стали AISI 316L с использованием модели «твердое тело-жидкость». Основной акцент сделан на анализе влияния термокапиллярной конвекции на формирование сварочной ванны. Работа демонстрирует, как упрощённые подходы позволяют прогнозировать нестационарные процессы плавления и теплопереноса, сохраняя основные физические эффекты для промышленных приложений.

Ключевые слова: лазерная сварка, математическое моделирование, однородные материалы, термокапиллярная конвекция, конвекция Марангони.

NUMERICAL MODEL OF LASER WELDING OF STAINLESS STEEL

Arakcheev Ilya S., Nikiforov Sergey A.
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
ilya_arakcheev333@mail.ru, SANikiforov@kai.ru

Abstract. The article is devoted to modeling the hydrodynamics of liquid metal during laser welding of AISI 316L stainless steel using the «solid-liquid» model. The main emphasis is placed on the analysis of the influence of thermocapillary convection on the formation of the weld pool. The work demonstrates how simplified approaches allow predicting non-stationary melting and heat transfer processes, preserving the main physical effects for industrial applications.

Keywords: laser welding, homogeneous materials, mathematical modeling, thermocapillary convection, Marangoni convection

Воздействие узконаправленных источников оптического излучения на металлические поверхности является наиболее распространенным процессом в современной металлурги, металлообработки и аддитивных технологий. В общем случае данный процесс воздействия оптического излучения на вещество представляет собой сложный физико-химический процесс, требующий множества уравнений для полного описания. Однако в ряде промышленных случаев для математического описания определенного технологического процесса, а именно его физической сути, можно пренебречь большинством из

явлений, происходящих во время этого процесса. Это объясняется тем, что для получения конкретных результатов достаточно учитывать лишь определенные явления, которые оказывают основное воздействие.

Одним из важных технологических процессов металлообработки является лазерная сварка. В процессе теплопереноса в металле при достижении определённых условий происходит его плавление (фазовый переход), в ходе которого твёрдый металл переходит в жидкое состояние. В таком случае процесс теплопереноса усложняется в результате возникновения в образовавшейся сварочной ванне течений, обусловленных термокапиллярной и термогравитационной конвекцией [1-2]. Исследования по моделированию и экспериментальному изучению воздействия на металл лазерного излучения показывают, что эти течения вызывают перемешивания в ванне расплава, которые прямо влияют на её форму, микроструктуру и, следовательно, свойства сварного шва [3, 4]. Однако при слабом влиянии термоконвекции форма сварочной ванны меняется не слишком заметно, а занимаемый ей объем остаётся постоянным [5].

В настоящей работе основной целью является изучение гидродинамики жидкого металла с постоянной плотностью и её влияние на формирование конечной формы ванны расплава в результате воздействия подвижного узконаправленного высокоинтенсивного источника излучения, то есть в процессе лазерной сварки. В качестве основной модели будет использоваться модель «твердого тела-жидкости», в которой по мере изменения температуры будут изменяться свойства материалов и их фазовые состояния [2, 6]. Такая модель позволяет сосредоточиться на изучении нестационарных процессов, протекающих во время нагревания и последующего плавления внутри сварочной ванны.

В качестве исследуемого металла использовалась широко применимая в металлургической промышленности и аддитивном производстве нержавеющая сталь AISI 316L, теплофизические и оптические характеристики которой подробно описаны в [4].

Принятые допущения. В рамках текущей модели можно выделить следующие основные ограничения:

- Плотность металла является постоянной величиной, соответственно термогравитационная конвекция, вызываемая градиентами плотности, отсутствует.
- Поток жидкости несжимаемый и ламинарный ($Re \approx 10 \dots 200$).
- Давление отдачи паров, вызываемое при приближении к температуре кипения металла, не учитывается.

Основные уравнения. Гидродинамика жидкого металла может описываться помощью системы уравнений Навье-Стокса для несжимаемой жидкости без

учёта турбулентности (число $Re \approx 10 \dots 200$) и общего уравнения переноса энергии [7, 8]:

$$\frac{\partial(\rho \boldsymbol{u})}{\partial t} + \nabla(\rho \boldsymbol{u} \otimes \boldsymbol{u}) = \nabla \boldsymbol{\sigma} + \rho \boldsymbol{g} + \boldsymbol{S_p}; \quad (1)$$

$$div(\boldsymbol{u}) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial(\rho H)}{\partial t} + \nabla(\rho \boldsymbol{u} H) = \nabla(k \nabla T) + \Phi + Q. \quad (3)$$

где ρ – плотность, t – время, u – векторное поле скорости в жидкой фазе, σ – тензор напряжений, который для несжимаемой жидкости равен $\sigma = 2\mu E - pI$, где μ – коэффициент динамической вязкости, p – скалярное поле давления, I – единичный тензор, E – тензор скоростей деформации, равный $E = \frac{1}{2}(\nabla u + +(\nabla u)^T)$; g – ускорение свободного падения, S_p – тормозящий «подавляющий» источник [6], H – полная энтальпия, k – коэффициент теплопроводности, T – скалярное поле температуры, Ф – энергия диссипации, Q – внутренний объёмный тепловой источник.

Процесс воздействия одномодового лазерного излучения гауссова пучка на поверхность стали можно описать с помощью граничного условия теплового потока, так как проникновением лазерного излучения вглубь материала можно пренебречь (скин-слой $\sim 10^{-8}$ м), а коэффициент поглощения зависит только от длины волны, в случае лазерного излучения можно считать его постоянным, тогда тепловой поток равен:

$$q_L = \frac{P}{\pi r^2} \eta a e^{-b\frac{(x - x_0 - vt)^2 + (z - z_0)^2}{r^2}}, \quad (4)$$

где P – выходная мощность лазерного излучения, a, b — коэффициенты, характеризующие увеличение значение пика функции и скорость возрастания и убывания соответственно [4], η – безразмерный коэффициент поглощения материала, r – радиус лазерного пятна, (x_0, z_0) – координаты центра лазерного пятна, v – скорость сварки.

Параметры сварки и лазерного излучения. В качестве сварочной траектории выбрана прямая линия. В процессе исследования гидродинамики рассмотрено два случая, характеризирующийся параметрами сварки и лазерного излучения, приведённые в табл. 1.

Таблица 1. Параметры сварки и лазерного излучения.

Параметр	Случай 1	Случай 2
Выходная мощность P, Вт	750	1500
Скорость сварки v, мм/с	200	200
Радиус лазерного пучка r, мм	0.5	0.5

Граничные условия. Расчётная область включает в себя 6 основных граничных поверхностей. На верхней поверхности задаётся граничное условие теплового потока, являющегося суммой тепловых потоков лазерного излучения, заданного гауссовым распределением (4), конвективной и радиационной теплоотдачи [1-3, 5, 6]. На остальных граничных поверхностях задано граничное условие нулевого потока тепла (теплоизоляция).

На свободной поверхности ванна расплава возникают течения, связанные с эффектом Марангони, то есть зависимостью коэффициента поверхностного натяжения от градиента температуры. Вследствие чего необходимо устанавливать граничное условие на вектор сдвиговых напряжений (касательную составляющую), обусловленного изменением силы поверхностного натяжения на данной поверхности:

$$(\boldsymbol{\tau_n})_{\boldsymbol{s}} = \frac{\partial \gamma}{\partial T}\frac{\partial T}{\partial \boldsymbol{s}}\ , \tag{5}$$

где γ – коэффициент поверхностного натяжения, s – тангенциальный вектор поверхности. Так как расплавленный метал не пересекает свободную границу, то градиент нормальной составляющей скорости равен нулю. На остальных поверхностях задаются граничные условия, обычно необходимые для подобной формулировки задачи гидродинамики [8].

Результаты моделирования. В результате моделирования в ANSYS Fluent были получены следующие графики для анализа:

Векторные графики скорости течений в сечении сварочной ванны на момент завершения движения лазерного источника на рисунке 1.

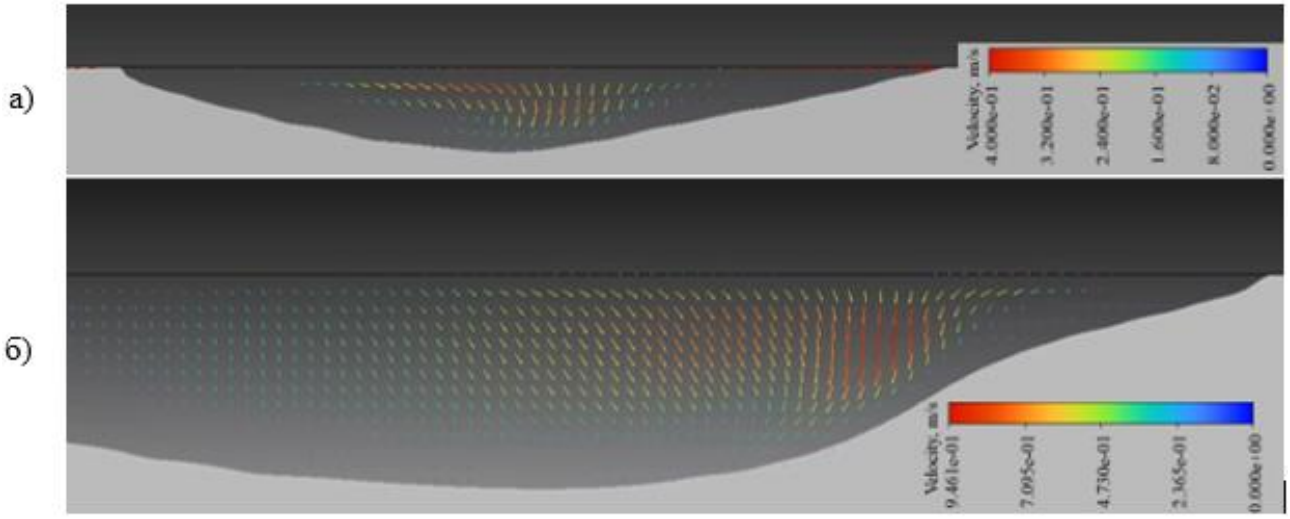


Рис. 1. Векторные графики скорости течений в сечении сварочной ванны:
а) случай 1, б) – случай 2

Динамика объема и глубины сварочной ванны изображены на рисунке 2.

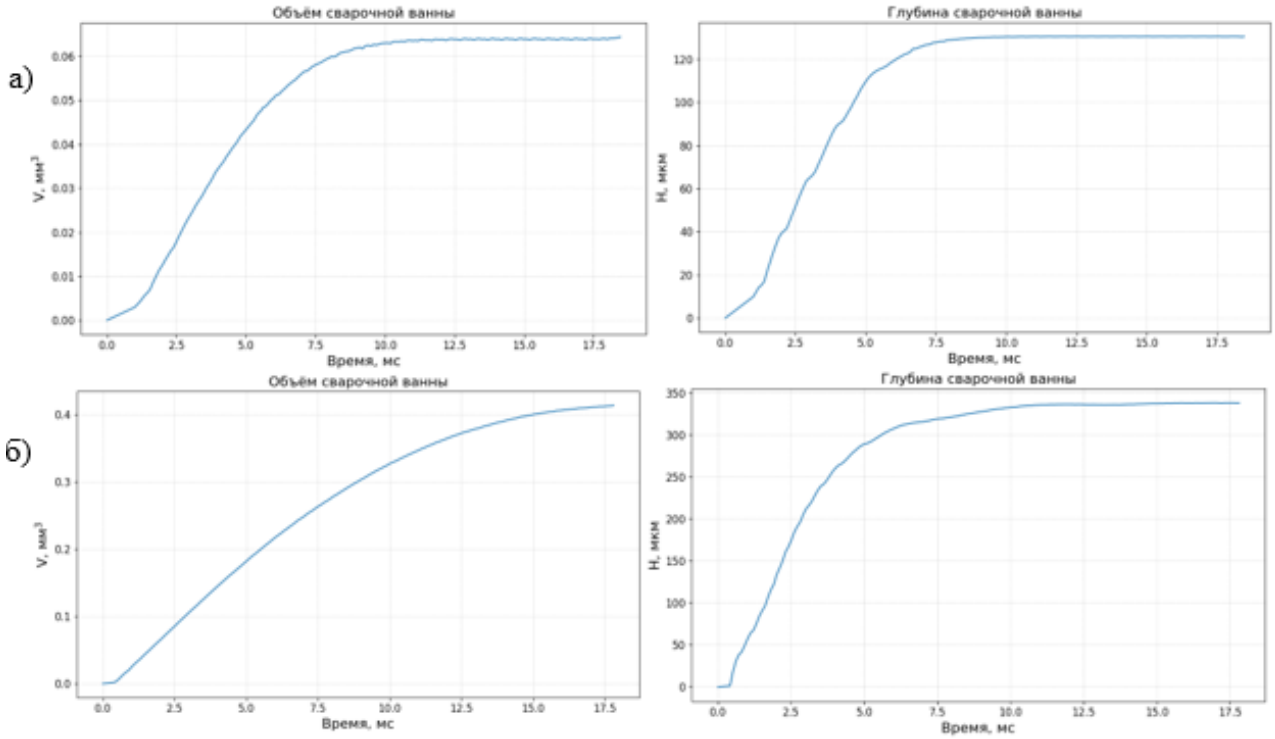


Рис 2. Динамика объема и глубины сварочной ванны: а) случай 1, б) случай 2

Критерии подобия. Число Марангони показывает относительное влияние термокапиллярных сил (обусловленных градиентом поверхностного натяжения) по сравнению с вязкими силами в жидкости.

$$Ma = -\frac{\partial\gamma}{\partial T}\frac{L\Delta T}{\mu D} \approx -\frac{\partial\gamma}{\partial T}\left|\frac{\partial T}{\partial \boldsymbol{s}}\right|\frac{L^2}{\mu D}$$

В случае 1 – $|Ma| \leq 50$. В случае 2 – $|Ma| \leq 102$. Влияние эффектов термокапиллярной конвекции сильно, когда число Марангони $Ma \gg 1$. Для жидких металлов $Ma \sim 100 \ldots 1000$ могут возникать неустойчивости и структурированные течения (ячейки Бенара-Марангони).

Таким образом с увеличением плотности мощности излучения возникает тенденция, приводящая к появлению конвективных ячееек, обусловленных высокими градиентами температуры на поверхности, которая способствует усиливанию термокапиллярных эффектов и как следствие активному перемешиванию внутри сварочной ванны и на её поверхности.

Источники

1. Никифоров С.А., Шварц И.В., Гильмутдинов А.Х., Горунов А.И. Исследование формы ванны расплава при лазерном воздействии на сталь AISI

316L с учетом конвекции Марангони. Инженерный журнал: наука и инновации, 2023, вып. 2.

2. Шапеев В. П., Исаев В. И., Черепанов А. Н. Численное моделирование лазерной сварки тонких металлических пластин с учётом конвекции в сварочной ванне. // Теплофизика и аэромеханика. 2010. Т. 17, №3.

3. Satyanarayana G., Narayana K. L., Rao B. N., Slobodyan, M. S., Elkin M. A., Kiselev A. S. Numerical Simulation of the Processes of Formation of a Welded Joint with a Pulsed Nd:YAG Laser Welding of Zr–1% Nb Alloy // Thermal Engineering. 2019. №3.

4. Никифоров С.А., Шварц И.В., Гильмутдинов А.Х., Горунов А.И. Численное моделирование и верификация точечного лазерного нагрева нержавеющей стали AISI 316L. Инженерный журнал: наука и инновации, 2023, вып. 8.

5. Шапеев В. П., Исаев В. И., Черепанов А. Н. Численное моделирование лазерной сварки стальных пластин. // Физическая мезомеханика. 2011. Т. 14, №2.

6. Никифоров С.А., Шварц И.В., Рубля Р.С., Мельников А.С., Горунов А.И., Гильмутдинов А.Х. Многофазная трехмерная модель лазерного точечного нагрева и плавления стали AISI 316L в ультразвуковом поле. Инженерный журнал: наука и инновации, 2024, вып. 7.

7. Zarei A., Akbari M., Abdollahi A., Soleimanimehr H. Experimental and Numerical Investigation of Dissimilar Fiber Laser Welding of Martensitic Carbon Steel AISI 1060 with Austenitic 304 and Ferritic 420 Stainless Steels in Various Configurations // Heliyon. 2024. Vol. 10.

8. Ansys, Inc**.** Fluent Theory Guide. 2024. 1024 с.

УДК 533.6.08

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОПОРОШКОВОЙ ДИНАМИКИ КОАКСИАЛЬНОГО СОПЛА ДЛЯ УСТАНОВКИ ПРЯМОГО ЛАЗЕРНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ

Ахмеров Самат Данисович, Морозов Владислав Вадимович, Нагулин Константин Юрьевич
КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия

Аннотация. В статье исследуется численное моделирование газопорошкового потока в коаксиальном сопле установки прямого лазерного выращивания (ПЛВ). Разработана виртуальная модель, основанная на решении уравнений Навье–Стокса и методе дискретных частиц (DPM), позволяющая прогнозировать распределение порошка в газовом потоке. Показано, что моделирование критически важно для оптимизации геометрии сопла и параметров подачи, что повышает точность и эффективность аддитивного производства. Результаты помогают сократить экспериментальные затраты и ускорить внедрение технологии.

Ключевые слова: численное моделирование, прямое лазерное выращивание, коаксиальное сопло, DPM, аддитивные технологии.

NUMERICAL MODELING OF GAS-POWDER DYNAMICS IN A COAXIAL NOZZLE FOR DIRECT LASER DEPOSITION SYSTEMS

Akhmerov Samat D., Morozov Vladislav V., Nagulin Konstantin U.
KNRTU–KAI, Kazan, Russia

Abstract. The article investigates the numerical simulation of gas-powder flow in a coaxial nozzle of a direct energy deposition (DED) system. A virtual model based on solving Navier-Stokes equations and the discrete phase method (DPM) is developed to predict powder distribution in the gas stream. The study demonstrates that simulation is critically important for optimizing nozzle geometry and process parameters, thereby enhancing the precision and efficiency of additive manufacturing. The results help reduce experimental costs and accelerate technology implementation.

Keywords: numerical simulation, direct laser deposition, coaxial nozzle, DPM, additive manufacturing.

Процесс производства металлических деталей методом прямой лазерной наплавки заключается в подаче металла в виде проволоки или газопорошковой смеси в ванну расплава. Ванна расплава формируется на поверхности тела построения путем нагрева с помощью лазерного луча, электронного пучка или электрической дуги. Самой распространенной технологией является метод

прямого лазерного выращивания (ПЛВ), который заключает в себе подачу металлического порошка в виде газопорошковой смеси в зону расплава, образованную лазерным лучом, посредством специального сопла [1].

Существует несколько конфигураций устройств для подачи материала в зону расплава, основные из них это метод подачи с боку, коаксиальный дискретный и непрерывного коаксиальный метод. В данной статье рассмотрена численная модель коаксиального сопла для установки прямой лазерной наплавки InssTek MX-Mini. Коаксиальное сопло представляет из себя от 2 до 4 соосных каналов. На данной установке используется сопло с 2 каналами (рис. 1): центральный канал предназначен для лазерного луча и защитного газа, призванного защитить оптику от продуктов процесса наплавки, второй внешний конический канал предназначен для подачи газопорошковой смеси (ГПС) в зону наплавки. Форма и конфигурация этих каналов играет важнейшую роль в процессе ПЛВ: она влияет на точность, скорость и эффективность печати. Улучшение фокусировки ГПС позволяет уменьшить площадь ванны расплава и увеличить коэффициент использования материала [2].

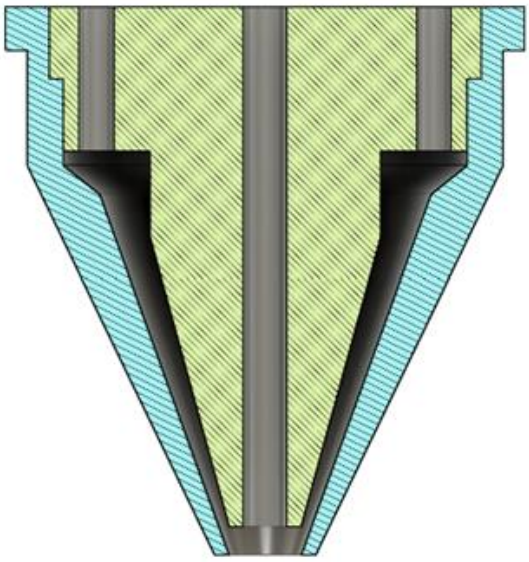


Рис. 1. Геометрия сопла

Проектирование геометрии коаксиального сопла является трудоемким итеративным процессом. Для ускорения процесса разработки стоит использовать математическую модель исследуемого процесса, которая позволит значительно ускорить, уменьшить стоимость и улучшить качество разрабатываемой геометрии. Процесс создания математической модели начинается с построения исходной геометрии, на основе которой посредством сравнения полученных данных с экспериментальными будет произведена верификация точности цифровой модели. Геометрия сопла представлена на рис. 1.

На основе геометрии сопла создается домен, в котором будет проходить исследование процессов. Домен исследования представлен на рис. 2.

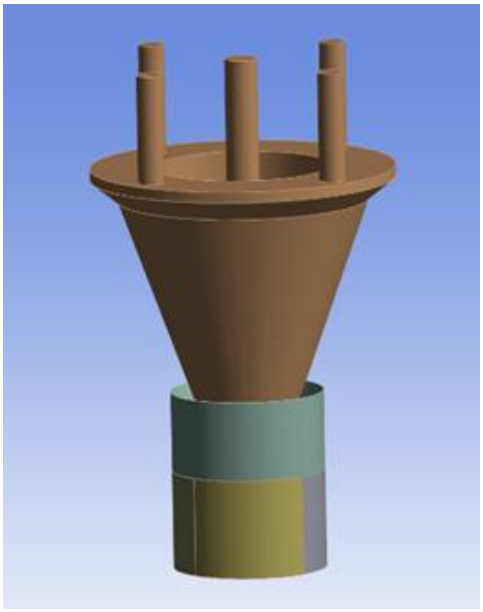


Рис. 2. Геометрия исследования

Метод конечных элементов требует создания сетки. Качество сетки сильно влияет на результат расчета, поэтому в данной модели для зоны наибольшего интереса была построена структурированная сетка, изображенная на рис. 3.

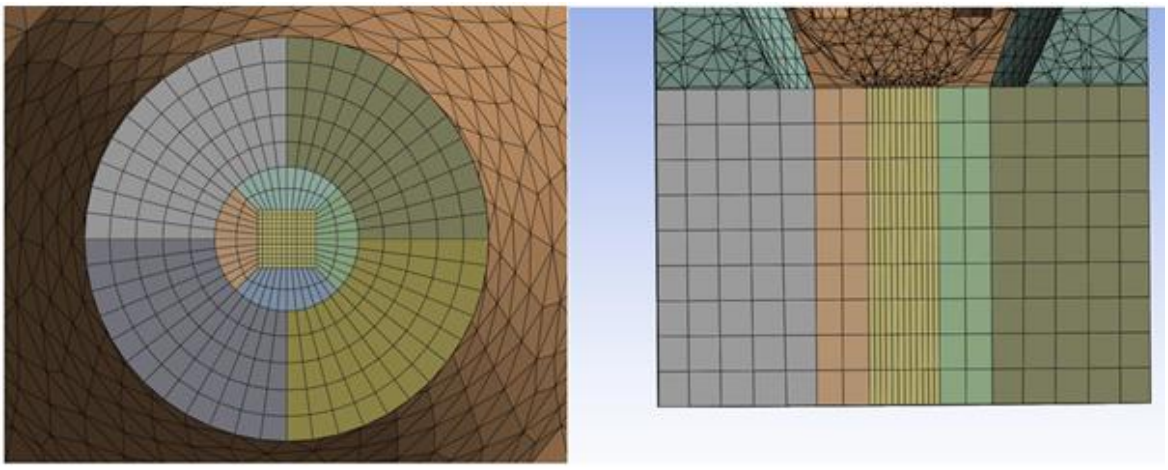


Рис. 3. Внешний вид структурированной сетки в поперечном разрезе (а) и в продольном разрезе (б)

Модель основана на решении уравнения Навье-Стокса и модели дискретной фазы (DPM). Для получения корректных результатов требуется правильно задать граничные условия: физические свойства газа, массовый расход транспортного газа, массовый расход защитного газа, физические свойства порошка, его массовый расход и гранулометрический состав.

Результатом расчета будут являться данные о газовом потоке и частицах. Поток частиц изображен на рис. 4, контурная диаграмма скоростей показана на рис. 5, контурная диаграмма концентрации частиц представлена на рис. 6.

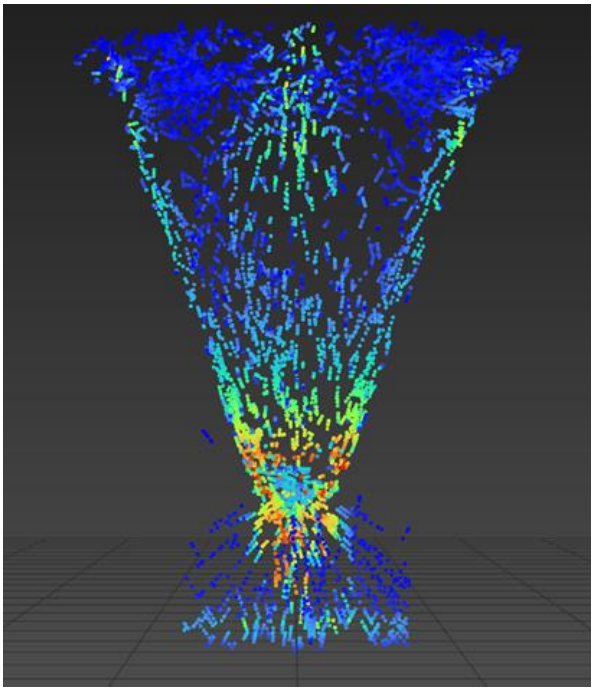


Рис. 4. Поток частиц

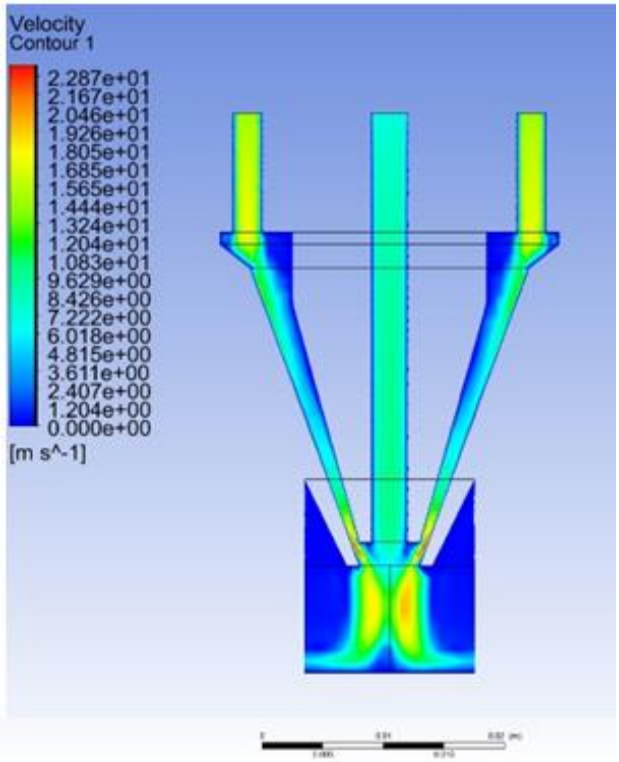


Рис. 5. Диаграмма скоростей газового потока

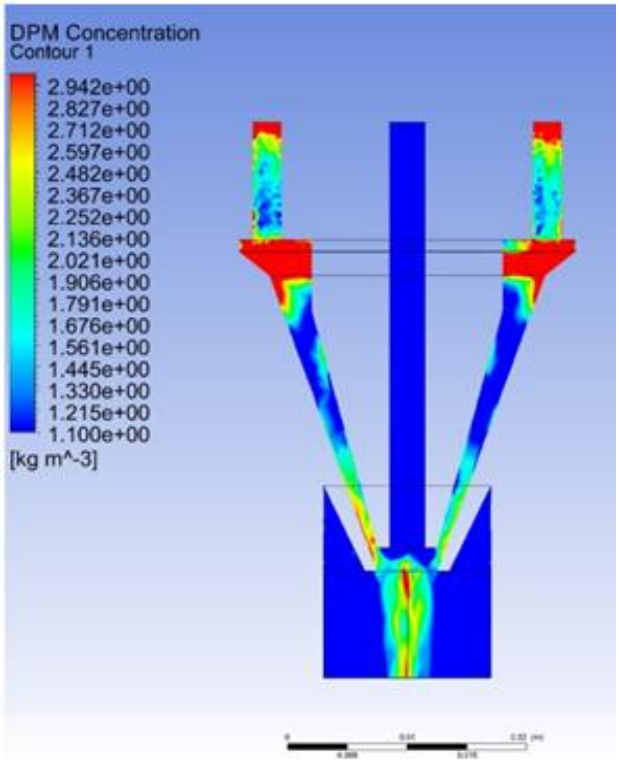


Рис. 6. Диаграмма скоростей газового потока

На основе полученных данных можно узнать расстояние фокусировки порошка, размер пучка в точке фокусировки. Также можно визуально проанализировать геометрии для внесения последующих изменений [3].

Применение качественной математической модели позволяет с достаточной точностью симулировать работу сопла. Это делает возможным производить оптимизацию параметров процесса итеративно, исключая большие затраты на изготовление итераций конструкции и их экспериментальную проверку.

Работа выполнена за счет предоставленного в 2024 году Академией наук Республики Татарстан гранта на осуществление фундаментальных и прикладных научных работ в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан.

Источники

1. Pratheesh, S. Critical review of off-axial nozzle and coaxial nozzle for powder metal Deposition / S. Pratheesh, S. Kumar, S. Elangovan. // Materials Today: Proceedings 46 (2021) 8066-8079.

2. Ahmet G. Nozzle Designs in Powder-Based Direct Laser Deposition: A Review / G. Ahmet, B. Prveen // International Journal of Precision Engineering and Manufacturing (2022) 23:1077–1094.

3. Gabor T. Continuous coaxial nozzle designs for improved powder focusing in direct laser metal deposition / T. Gabor, H. Yun, K. Kim // Journal of Manufacturing Processes 83 (2022) 116-128.

УДК 004.942

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДХОДОВ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ИНДУКЦИОННЫХ ПЛАЗМОТРОНОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОРОШКОВ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Васильев Илья Сергеевич, Нагулин Константин Юрьевич
КНИТУ–КАИ, г. Казань, Россия
ilyavasi.levi@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены примеры математических моделей высокочастотных индукционных плазмотронов. Рассматриваются два предмета моделирования – распределение полей температуры, скорости, давления и взаимодействие плазма-порошок. Описываются параметры, влияющие на указанные зависимости. Показано, как сочетание численного и натурного эксперимента позволяют достигать высокой производительности и качества процесса плазменной сфероидизации металлических порошков.

Ключевые слова: математическое моделирование, индуктивно-связанная плазма, металлический порошок, аддитивное производство

THE CURRENT STATE OF APPROACHES TO MODELING HIGH-FREQUENCY INDUCTION PLASMA TORCHES FOR PROCESSING POWDERS FOR ADDITIVE MANUFACTURING

Vasilev Ilya Sergeevich, Nagulin Konstantin Yurevich
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
ilyavasi.levi@yandex.ru

Abstract. The article discusses examples of mathematical models of high-frequency induction plasma torches. Two modeling objects are considered: the distribution of temperature, velocity, pressure fields and the interaction of plasma with powder. The parameters that affect these dependencies are described. It is shown how a combination of numerical and field experiments makes it possible to achieve high productivity and quality of plasma spheroidization process.

Keywords: mathematical modeling, inductively coupled plasma, metal powder, additive manufacturing

Индуктивно-связанная плазма (ИСП) широко применяется в различных отраслях промышленности для задач нанесения пленок, синтеза металлического порошка, переработки отходов, ионного травления, биомедицинских применений, а также для обработки порошковых материалов [1]. Высокая

энтальпия, химическая чистота процесса, большой объем плазмы и низкие скорости истечения делают технологию ИСП идеальным кандидатом для обработки порошков для аддитивных технологий. Технология сфероидизации заключается в пропускании частиц металлического порошка сквозь объем плазмы, в результате чего происходит процесс перехода частиц в жидкое состояние. Расплавленные капли приобретают сферичную форму под действием сил поверхностного натяжения, а затем, после покидания высокотемпературной зоны, кристаллизуются, сохраняя форму сферы. Принципиальная схема процесса показана на рис. 1.

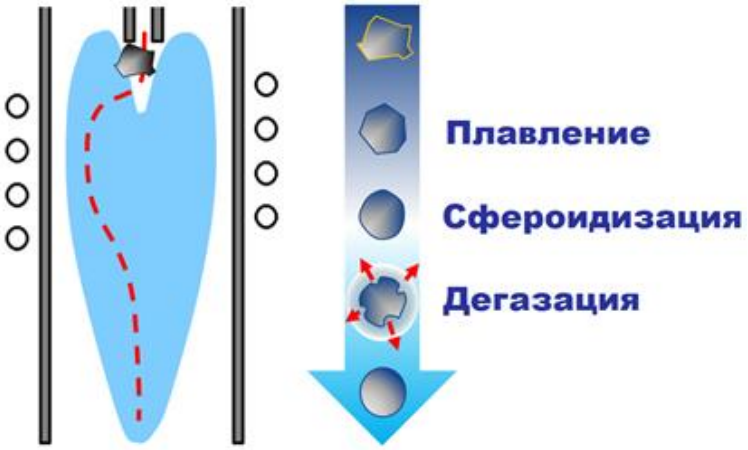


Рис. 1. Процесс обработки порошка в термической плазме

В плазменном реакторе могут быть получены высокосферичные порошки, в том числе с высокой температурой плавления, которые будут обладать после обработки высокой текучестью, насыпной плотностью и химической чистотой [2]. При этом для процессов, протекающих в ходе плазменной сфероидизации, затруднительно производить in-situ регистрацию. Поэтому многие исследовательские группы применяют метод численного моделирования для описания механизма и прогнозирования результата этого процесса. В настоящей работе будут освящены наиболее значимые и интересные результаты в данном направлении.

В основном исследователи фокусируются на двух предметах исследования: распределение полей (температуры, скорости, электромагнитных полей) в плазменном реакторе и взаимодействие плазма-порошок. Изучается влияние на них ряда входных параметров, таких как состав и расход газов, подводимая электрическая мощность, расход, элементный и гранулометрический состав обрабатываемого сырья, геометрия плазмотронов.

На распределение полей в плазмотроне в первую очередь оказывают влияние конструктивные особенности плазменной горелки. В статье [3] изучают влияние положения индуктора и количества его витков на параметры плазмы.

Моделирование основано на равновесной физической модели плазмы и выполнено в программном обеспечении COMSOL. Авторы приходят к выводу, что расположение катушки существенно влияет на температуру и скорость в плазменной горелке. По мере увеличения расстояния от катушки до средней части кварцевой трубки температура и скорость плазмы снижаются, но равномерность распределения температуры повышается. Также при проектировании плазменной горелки предпочтительны катушки с тремя витками. Чем меньше витков, тем выше интенсивность электромагнитного поля и тем более концентрированным будет его распределение. Если требуется более низкая скорость плазмы или более высокая температура плазмы, количество витков катушки следует увеличить.

Кроме геометрии на распределение полей температуры и скорости оказывают влияние мощность и частота генерации ИСП. В статье [4] моделировалась система с частотой генерации 1,76 МГц и мощностью возбуждения 17,5 кВт. Плазма в этом исследовании рассматривалась в условиях локального термодинамического равновесия, что позволило исследователям рассматривать ее как проводящий газ, нагреваемый электромагнитным полем, создаваемым индукционной катушкой. Решения уравнений электромагнитных и газодинамических процессов представлены в двумерном представлении в цилиндрических координатах (рис. 2).

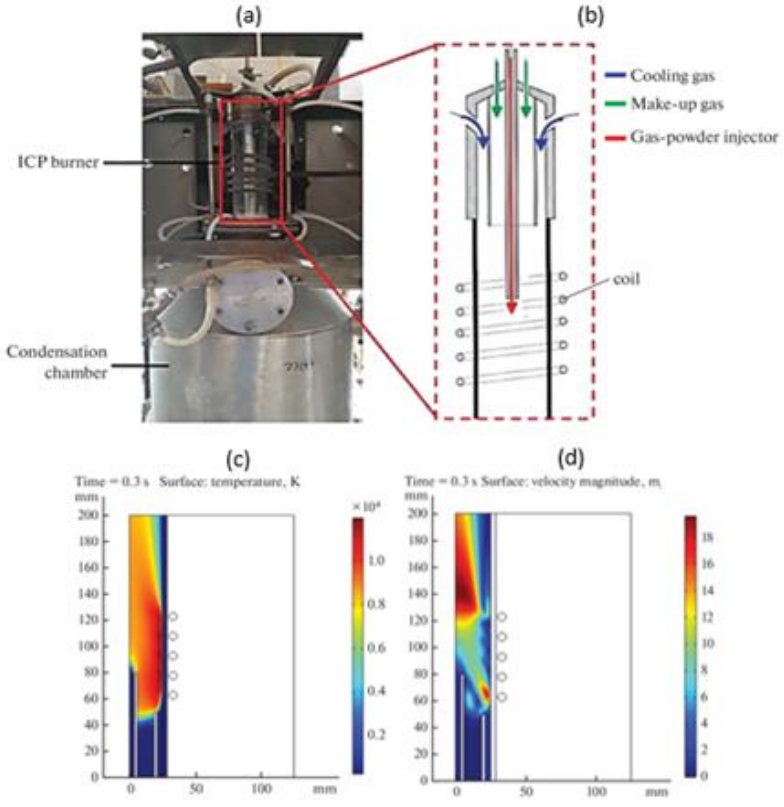


Рис. 2. Конструкция (a) и схема (b) высокочастотного индукционного плазмотрона RFI-11/60; распределение полей температуры (c) и скорости (d) в рабочей зоне [4]

Вторым интересным применением математического моделирования является описание процессов, происходящих с обрабатываемыми частицами под воздействием плазмы. В статье [5] исследуется воздействие ИСП на частицы титана. Описывая траектории движения одиночной частицы или ансамбля частицы сквозь плазмотрон, авторы показывают, как диаметр частицы уменьшается в ходе движения сквозь высокотемпературную зону из-за испарения материала. Полученные зависимости используются для подбора максимально возможной скорости подачи частиц для достижения коэффициента сфероидизации, близкого к 100%.

Авторы статьи [6] использовали моделирование во FLUENT для объяснения экспериментально наблюдаемого феномена, заключающегося в более низком коэффициенте сфероидизации для частиц диаметром менее 3 мкм, чем для более крупных частиц. Было выяснено, что на это влияют поля радиальных и осевых скоростей. Радиальные скорости заставляют мелкие частицы диффундировать и вытекать из зоны высоких температур, а осевые – заставляют мелкие частицы подниматься вверх, что приводит к «обратному перемешиванию» (рис. 3).

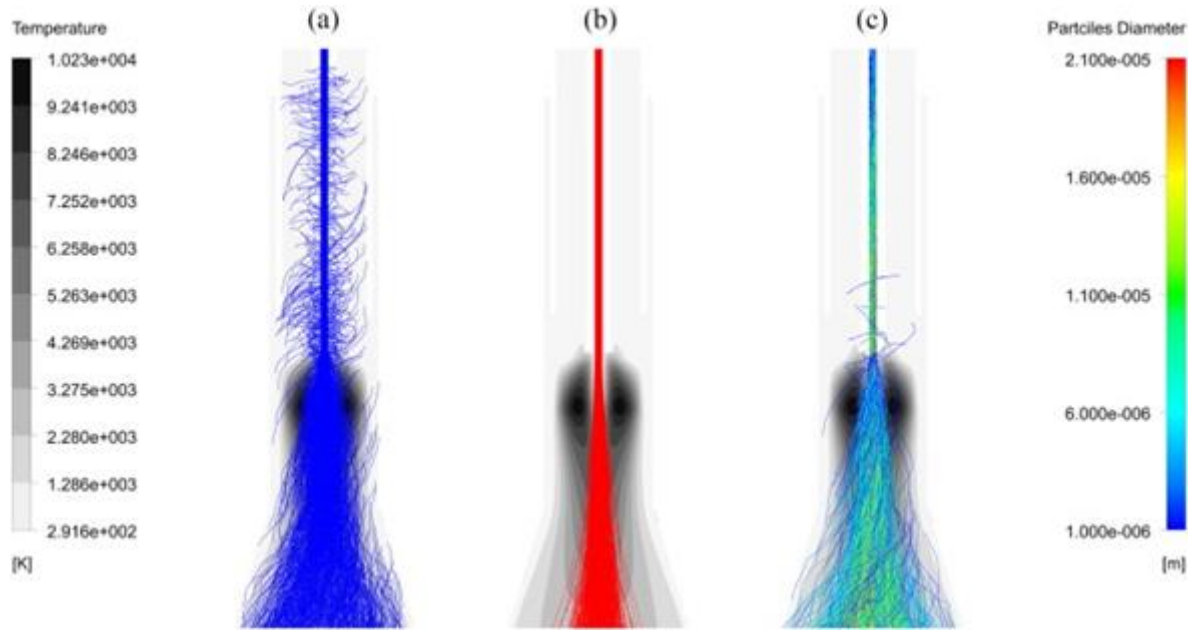


Рис. 3. Траектории частиц вольфрама разных размеров: 1 мкм (a), 20 мкм (b), 1–21 мкм (c) [6]

Для уменьшения влияния двух вышеуказанных факторов авторы провели оптимизацию режима работы плазмотрона, регулируя расходы транспортного, центрального и защитного газа. На основании моделирования были даны две практические рекомендации для работы. Во-первых, увеличение расхода транспортного или центрального газа или уменьшение потока защитного газа уменьшает диффузию частиц, что приводит к более высокому коэффициенту сфероидизации. Во-вторых, уменьшение потока центрального газа или

защитного газа уменьшает долю «возвратных» частиц. Таким образом, система сфероидизации была численно оптимизирована, что позволило получить улучшенные практические результаты.

В заключение можно сказать, что применительно к технологии плазменной сфероидизации лишь экспериментальный метод позволяет получить вещественные результаты. При этом математическое моделирование позволяет в значительной степени дополнить метод эксперимента, а также снизить затраты на проведение исследований. Кроме того, модели позволяют изучить те параметры процесса, которые затруднительно измерять напрямую, например, скорость, вязкость, концентрацию и т.д. Поэтому сочетание численного и натурного эксперимента было и остается мощным инструментом для изучения высокочастотных индукционных плазмотронов для обработки порошков для аддитивного производства.

Источники

1. I. Adamovich et al, The 2022 Plasma Roadmap: low temperature plasma science and technology, 2022 J. Phys. D: Appl. Phys. 55 373001 https://doi.org/10.1088/1361-6463/ac5e1c.

2. J.B. Tong, X. Lu, C.C. Liu, L.N. Wang, X.H. Qu, Fabrication of micro-fine spherical high Nb containing TiAl alloy powder based on reaction synthesis and RF plasma spheroidization, Powder Technology, Volume 283, 2015, Pages 9-15, ISSN 0032-5910, https://doi.org/10.1016/j.powtec.2015.04.062.

3. Yu, M., Lv, B., Qiu, Z. et al. Multi-physics field simulation and parametric optimization of a medium-power inductively coupled plasma torch. J. Korean Phys. Soc. 80, 221–232 (2022). https://doi.org/10.1007/s40042-021-00362-1.

4. Gerasimov, A.V., Baitimirov, A.D. & Shustrova, M.L. Numerical Simulation of Gas Dynamic Processes in a RFI-11/60 RF Plasmotron. Phys. Atom. Nuclei 86, 2405–2410 (2023). https://doi.org/10.1134/S1063778823100174.

5. Nam, JS., Park, E. & Seo, JH. Numerical Analysis of Radio-Frequency Inductively Coupled Plasma Spheroidization of Titanium Metal Powder Under Single Particle and Dense Loading Conditions. Met. Mater. Int. 26, 491–500 (2020). https://doi.org/10.1007/s12540-019-00348-6.

6. J. He, L. Bai, H. Jin, F. Yuan, Optimization of tungsten particles spheroidization with different size in thermal plasma reactor based on numerical simulation, Powder Technology, Volume 302, 2016, Pages 288-297, ISSN 0032-5910, https://doi.org/10.1016/j.powtec.2016.08.067.

УДК 004.92

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Макарцева Анастасия Андреевна, Зарипова Римма Солтановна
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

Аннотация. В условиях стремительного развития технологий 3D-моделирования выбор программного обеспечения играет ключевую роль в различных сферах, включая архитектуру, промышленный дизайн, медицину и гейм-дизайн. Программные решения предоставляют уникальные инструменты для создания, визуализации и анализа трехмерных объектов, а также для взаимодействия между специалистами разных областей. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью оптимизации процессов 3D-моделирования и повышением их эффективности и доступности. Данная статья посвящена углубленному сравнительному анализу популярных программных решений с акцентом на их функциональные возможности и применимость в различных сферах деятельности. Сравнительный анализ показал, что выбор программного обеспечения должен основываться на специфике задач, уровне подготовки пользователя и требуемых возможностях. В результате исследования было выявлено, что, несмотря на разнообразие программных решений, каждое из них обладает уникальными характеристиками, что позволяет пользователям выбирать наиболее подходящий инструмент в зависимости от их целей и требований.

Ключевые слова: 3D-моделирование, программное обеспечение, Autodesk 3ds Max, Blender, SolidWorks, сравнительный анализ.

THE ROLE AND COMPARATIVE ANALYSIS OF 3D MODELING SOFTWARE

Anstasiya A. Makartseva, Rimma S. Zaripova
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Abstract: In the context of the rapid development of 3D modeling technologies, the choice of software plays a key role in various fields, including architecture, industrial design, medicine, and game design. Software solutions provide unique tools for creating, visualizing, and analyzing three-dimensional objects, as well as for collaboration between specialists from different fields. The relevance of this topic is due to the need to optimize 3D modeling processes and increase their efficiency and accessibility. This article is dedicated to an in-depth comparative analysis of popular software solutions, focusing on their functionality and applicability in different areas. The comparative analysis showed that the choice of software should be based on the specifics of the tasks,

the user's skill level, and the required capabilities. As a result of the study, it was revealed that, despite the diversity of software solutions, each has unique characteristics, allowing users to select the most suitable tool depending on their goals and requirements.

Keywords: 3D modeling, software, Autodesk 3ds Max, Blender, SolidWorks, comparative analysis.

Современные технологии трехмерного моделирования играют ключевую роль в различных сферах деятельности, включая архитектуру, промышленный дизайн, медицину и гейм-дизайн. Разнообразие программного обеспечения для 3D-моделирования позволяет пользователям решать широкий спектр задач — от создания концептуальных эскизов до точных инженерных моделей [1]. В данной работе рассматривается роль программного обеспечения для 3D-моделирования, а также проводится сравнительный анализ наиболее популярных решений.

Актуальность данного исследования определяется активным развитием цифровых технологий и ростом потребности в качественной 3D-визуализации, выбор подходящего программного обеспечения становится важной задачей для специалистов различных отраслей. Данное исследование позволяет определить наиболее оптимальные программные решения для конкретных задач, что делает его актуальным в современных условиях.

Целью данной статьи является исследование роли программного обеспечения для 3D-моделирования и проведение сравнительного анализа его наиболее популярных представителей. Новизна исследования заключается в комплексном сравнении программных решений для 3D-моделирования с учетом их функциональных возможностей и сфер применения. Объектом исследования является программное обеспечение для 3D-моделирования. Предметом исследования являются функциональные возможности и области применения популярных программ для 3D-моделирования.

3D-моделирование стало частью рынка, создавая новые возможности для создания и визуализации объектов [2]. Выбор программного обеспечения (ПО) для 3D-моделирования может зависеть от конечного результата и эффективности работы. Проведем сравнительный анализ популярных программных решений, таких как Autodesk Maya, Blender, 3ds Max, ZBrush и SketchUp, с акцентом на их возможности и применимость в различных классах.

Программное обеспечение для 3D-моделирования позволяет пользователям создавать трехмерные объекты, визуализировать их, а также выполнять симуляции различных физических процессов [3]. Основные области применения включают:

- Архитектурное проектирование – создание визуализаций зданий и интерьеров;
- Инженерное дело – моделирование деталей, узлов и механизмов;

- Гейм-дизайн и анимация – разработка персонажей и игровых миров;
- Медицина – создание моделей органов и тканей для диагностики и обучения.

Autodesk Maya – один из самых мощных и широко применяемых инструментов для 3D-моделирования и анимации. ПО предлагает обширный набор инструментов для создания сложных анимаций, симуляций и визуальных эффектов. Maya часто используется в киноиндустрии и гейм-дизайне благодаря своей мощной функциональности и гибкости. Но высокая стоимость лицензии и сложность освоения могут быть проблемой для начинающих пользователей.

Blender – это бесплатное и открытое ПО для 3D-моделирования, анимации, рендеринга и постобработки. ПО предлагает широкий спектр инструментов, включая моделирование, скульптурирование, анимацию и симуляцию. Blender активно развивается в сообществах и включает множество плагинов, что делает его универсальным для различных задач. Но интерфейс Blender может показаться сложным для новичков, и требуется время для его изучения.

Autodesk 3ds Max – это еще одно популярное решение для 3D-моделирования, широко используемое в архитектуре, инженерии и строительстве. ПО предлагает мощные инструменты для моделирования, анимации и визуализации, а также поддерживает множество плагинов для расширения функциональности. 3ds Max известен своей производительностью и стабильностью, но, как и Maya, имеет высокую стоимость лицензии.

SketchUp – это доступное и простое в освоении ПО для 3D-моделирования, широко используемое в архитектуре и дизайне интерьеров. ПО предлагает понятный интерфейс и мощные инструменты для создания и визуализации архитектурных проектов. SketchUp поддерживает множество плагинов и интеграций с другими ПО, что делает его универсальным для различных задач. Но для сложных анимаций и визуальных эффектов SketchUp может оказаться недостаточно мощным.

Выбор правильного приложения может существенно повлиять на качество работы. Проведем сравнительный анализ нескольких популярных программ (табл. 1). На основе таблицы анализа цифровых платформ для 3D-моделирования можно сделать выводы. Blender предлагает бесплатный и открытый исходный код с поддержкой Windows, macOS и Linux, предоставляя широкие возможности для 3D-моделирования, анимации, рендеринга и VFX, но требует значительных ресурсов, таких как 4GB GPU RAM, что может быть проблематично для пользователей с ограниченными возможностями оборудования. Autodesk Maya является профессиональным инструментом для 3D-моделирования, анимации и симуляций, поддерживающим те же операционные системы, но имеет высокую стоимость. ZBrush от компании Maxon, работающий на Windows и macOS, предлагает скульптурное

моделирование и текстурирование, но также имеет значительную стоимость и требует 8GB RAM и 100GB дискового пространства, что может быть ограничением для некоторых пользователей.

Таблица 1 – Сравнительная таблица цифровых платформ

Название продукта	Название разработчика	Требования к системе	Возможности
Blender	Blender Foundation	Windows, macOS, Linux (4GB RAM, GPU рекомендуется)	3D-моделирование, анимация, рендеринг, VFX
Autodesk Maya	Autodesk	Windows, macOS, Linux (8GB RAM, OpenGL 4.5)	Профессиональное 3D-моделирование, анимация, симуляции
ZBrush	Maxon	Windows, macOS (8GB RAM, 100GB диска)	Скульптурное моделирование, текстурирование

Для наглядной демонстрации слабых и сильных сторон сравниваемых программных продуктов представлена лепестковая диаграмма с пятибалльной шкалой оценивания критериев, где значение 5 – наилучший показатель, а 0 – наихудший (рис. 1).

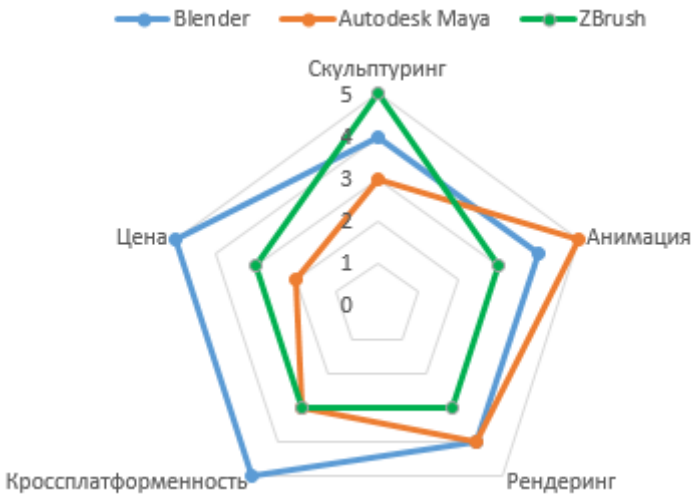


Рис. 1. Лепестковая диаграмма сравнения программных продуктов

Программное обеспечение для 3D-моделирования продолжает развиваться, предлагая всё более мощные и доступные инструменты [4]. Например, Blender активно поддерживается сообществом, что позволяет ему оставаться актуальным и конкурентоспособным даже на фоне коммерческих решений. Autodesk Maya и ZBrush, несмотря на свою высокую стоимость, остаются лидерами в своих нишах благодаря уникальным функциям и

возможностям, которые они предоставляют профессионалам. Важно также отметить, что выбор программного обеспечения должен учитывать не только текущие потребности, но и перспективы развития, чтобы инвестиции в обучение и лицензии окупались в долгосрочной перспективе.

В заключение можно отметить, что современные технологии 3D-моделирования играют важную роль в различных отраслях, таких как архитектура, промышленный дизайн, медицина, гейм-дизайн [5]. Сравнительный анализ показал, что выбор программного обеспечения должен основываться на специфике задач, уровне подготовки пользователя и требуемых возможностях. В результате исследования было выявлено, что, несмотря на разнообразие программных решений, каждое из них обладает уникальными характеристиками, что позволяет пользователям выбирать наиболее подходящий инструмент в зависимости от их целей и требований.

Источники

1. Зимина Л. В. Трехмерное моделирование: сферы применения, подходы к описанию 3D-моделей, методы компьютерной 3D-анимации // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2020. № 12. С. 65-71.

2. Габитова, А. Р. Сравнительный анализ программного обеспечения для 3D моделирования и 3D печати // XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых): материалы Международной молодёжной научной конференции. Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. С. 2119-2123.

3. Байнов А.М., Зарипова Р.С. Робототехника и компьютерное моделирование: задачи и перспективы применения // International Journal of Advanced Studies in Computer Engineering. 2018. № 2. С. 4-7.

4. Злыгостев Д.Д., Зарипова Р.С. Использование программных комплексов 3D моделирования и их интеграция с автоматизированными системами управления производством и технологическими процессами // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 72-75.

5. Халуева В.В., Хамитова Д.В. Цифровые образовательные технологии в инженерно-графической подготовке студентов // Наука. Образование. Общество: материалы Всероссийской научно-технической конференции. Рыбинск: Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева, 2017. С. 211-214.

УДК 537.8: 004.94

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ КОЛЬЦЕВОГО ИНДУКТОРА И ГРАНИЦ РАСЧЁТНОЙ ОБЛАСТИ НА ТОЧНОСТЬ MHD-МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕКТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА В ANSYS FLUENT

Рубля Ратмир Сергеевич, Гильмутдинов Альберт Харисович
КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия
ratmir.rublya@fmf-kai.ru

Аннотация. Исследовано влияние граничных условий на точность MHD-моделирования электромагнитных процессов в ANSYS Fluent. Проведена серия расчетов с различными расстояниями от кольцевого индуктора до границ вычислительной области при силе тока 2000 А и частоте 200 кГц. Установлено, что увеличение расстояния до границ снижает относительную погрешность расчётов магнитной индукции с 40% до 0.4%. Результаты демонстрируют экспоненциальное затухание погрешности с увеличением расчётной области и хорошо согласуются с аналитическим решением для кольцевого тока.

Ключевые слова: MHD, граничные эффекты, ANSYS Fluent, кольцевой индуктор.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE MUTUAL ARRANGEMENT BETWEEN A RING INDUCTOR AND COMPUTATIONAL DOMAIN BOUNDARIES ON THE ACCURACY OF VECTOR POTENTIAL MHD-MODELING IN ANSYS FLUENT

Rublya Ratmir Sergeevich, Gilmutdinov Albert Kharisovich
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
ratmir.rublya@fmf-kai.ru

Abstract. This study investigates the impact of boundary conditions on the accuracy of MHD modeling for electromagnetic processes in ANSYS Fluent. A series of computational experiments were conducted with varying distances between the ring inductor and domain boundaries at 2000 A current and 200 kHz frequency. The results show that increasing the boundary distance reduces the relative error in magnetic induction calculations from 40% to 0.4%. The observed error demonstrates exponential decay with domain expansion and shows good agreement with the analytical solution for a ring current.

Keywords: MHD, boundary effects, ANSYS Fluent, ring inductor.

При численном моделировании высокочастотных (~200 кГц) и сильноточных (~ 2000 А) электромагнитных процессов в ограниченных областях

существенное влияние на точность результатов оказывает взаимодействие поля с искусственными границами. Особенно критичны эти эффекты для систем индукционного плавления, где используются спиральные индукторы, работающие на экстремально высоких мощностях. В качестве упрощенной модели для предварительных расчетов рассмотрено одиночное токовое кольцо.

Моделирование формирования и распространения электромагнитного поля в проводящих средах осуществляется на основе решения системы уравнений Максвелла, записанной через скалярный и векторный магнитные потенциалы в частотной области. Численная реализация модели выполнена в программном комплексе ANSYS Fluent [1].

Для исследования влияния расстояния от кольцевого индуктора до границ расчетной области на точность численного решения было проведено 4 вычислительных эксперимента. Геометрическая конфигурация задачи, включающая цилиндрическую расчетную область с центрально расположенным кольцевым индуктором, представлена на рис. 1. На всех внешних границах заданы однородные условиями Неймана для векторного потенциала ($\frac{\partial \vec{A}}{\partial \vec{n}} = 0$).

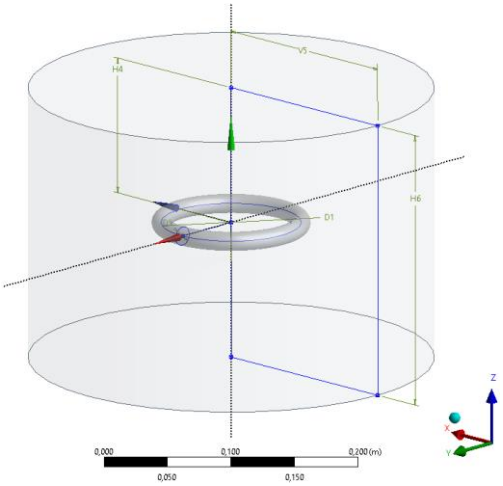


Рис. 1. Геометрия расчетной области

Основные геометрические параметры тестовых расчетов, включающие размеры области и расстояние до границ, систематизированы в таб. 1.

Таблица 1. Геометрические параметры вычислительных экспериментов

№ расчёта	Высота (H6), м	Радиус (V5), м	Расстояние от индуктора до границ, м
1	0,1	0,1	0,05
2	0,2	0,15	0,1
3	0,3	0,2	0,15
4	0,4	0,25	0,2

Численное моделирование проводилось при силе тока 2000 А и частоте 200 кГц, что обеспечило физически достоверное воспроизведение реальных процессов при оптимальных вычислительных затратах.

На рис. 2 представлена расчетная сетка геометрии расчета № 2, построенная из структурированных многогранных элементов с произвольным числом граней (тип Polyhedra [2]). В области индуктора реализовано адаптивное двухуровневое сгущение сетки с характерными размерами ячеек 1 мм и 2 мм, а также предусмотрены пристеночные (пограничные) слои для корректного разрешения градиентов электромагнитного поля вблизи источника и скин-слоя.

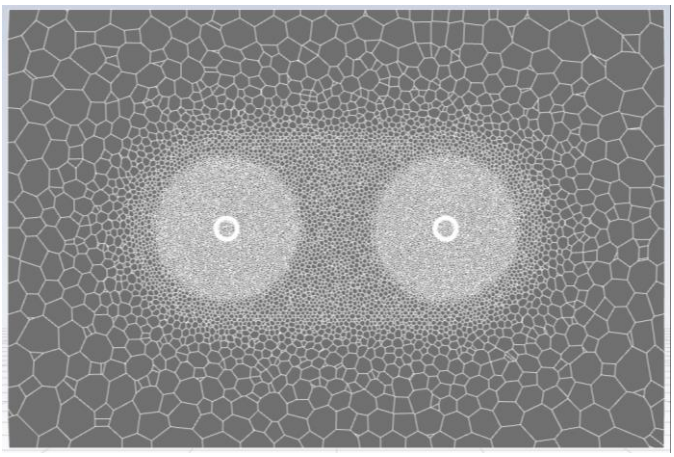


Рис. 2. Расчетная сетка геометрии расчета №2 в ZX-сечении расчетной области

Качественный анализ распределения магнитной индукции проводился для двух характерных случаев, демонстрирующих предельные варианты влияния граничных условий. На рис. 3 представлено распределение модуля вектора магнитной индукции в ZX-сечении для случая с минимальным удалением границ (расчет 1). Визуализация отчетливо показывает существенные искажения поля вблизи границ расчетной области, проявляющиеся в виде выраженных областей аномально высоких значений индукции и нефизического искривления силовых линий.

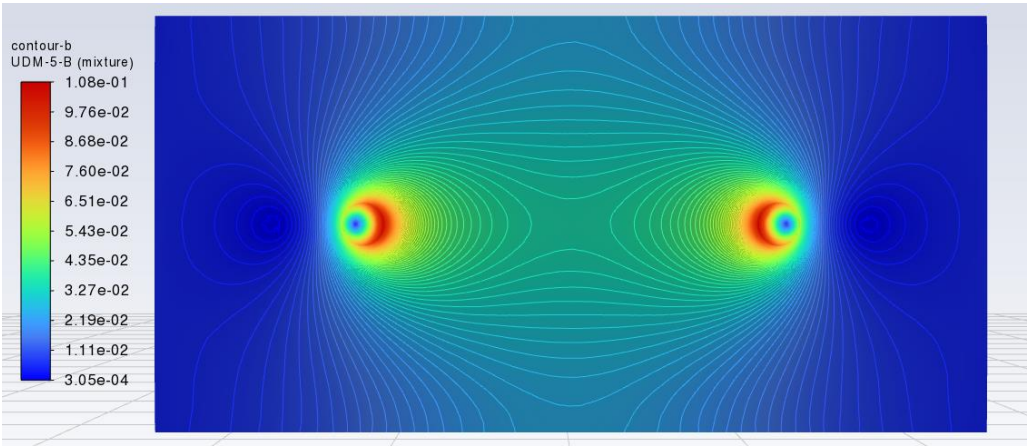


Рис. 3. $|\vec{B}|$ в ZX-сечении расчетной области (1 расчет)

В противоположность этому, результаты расчета 4 с максимальным удалением границ от источника (рис. 4) демонстрируют практически идеальное осесимметричное распределение, отсутствие видимых искажений у границ и полное соответствие ожидаемой физической картине.

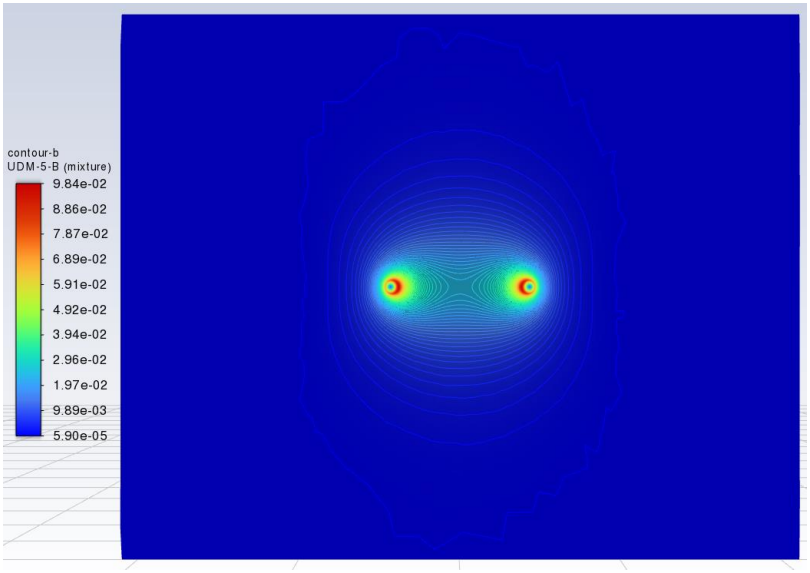


Рис. 4. $|\vec{B}|$ в ZX-сечении расчетной области (4 расчет)

Результаты тестовых расчетов 1 - 4 сравнивались с аналитическим решением для кольцевого тока (закон Био-Савара-Лапласа). Критерием остановки расчетов были достижение порога невязок [2] в 1e-07 по всем вычисляемым компонентам поля. Результаты сравнения представлены на рис. 5.

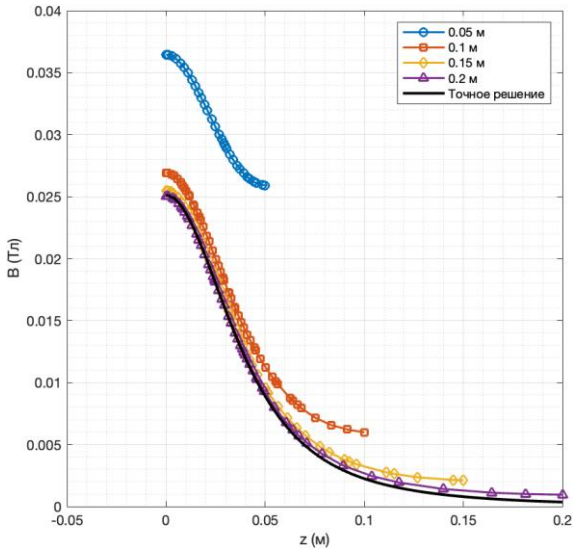


Рис. 5. Распределение магнитной индукции вдоль оси Z для тестовых расчетов 1-4

Значения относительных погрешностей в центре оси кольцевого индуктора для различных расстояний до границы расчетной области представлены на рис. 6.

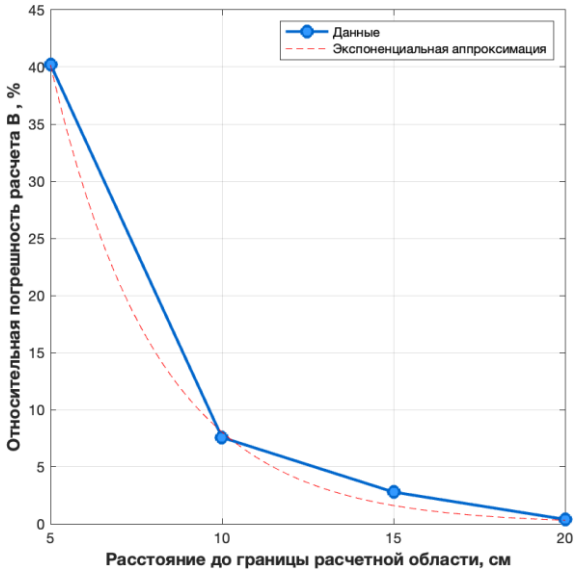


Рис. 6. Относительная погрешность расчетов $|\vec{B}|$ в центре кольцевого тока

Анализ зависимости погрешности расчета магнитной индукции от размера расчетной области выявил экспоненциальный характер затухания. Данная зависимость соответствует теоретическим предсказаниям для магнитостатических задач и объясняется двумя фундаментальными причинами: (1) экспоненциальным уменьшением влияния граничных условий при увеличении размеров расчётной области, свойственным для решений эллиптических уравнений, (2) характерным для кольцевого тока законом убывания магнитного поля $\sim 1/r^3$.

Практический анализ (см. рис. 5,6) показал наличие двух характерных зон. В диапазоне 5-10 см наблюдается зона быстрого уменьшения погрешности с 40% до 3%, что соответствует наиболее эффективной области варьирования размеров расчетной области. При расстояниях свыше 20 см дальнейшее увеличение области дает незначительное улучшение точности ($\delta \approx 0.4\%$), что связано с выходом на уровень вычислительной погрешности метода.

Полученные результаты позволяют рекомендовать оптимальное удаление границ области от индуктора в 15 см, что обеспечивает разумный компромисс между точностью расчетов и вычислительными затратами.

Источники

1. Tsivilskiy, I.V., Gilmutdinov, A.Kh., Nikiforov, S.A., Rublya, R.S., Khamidullin, B.A., Melnikov, A.S., Nagulin, K.Yu., An experimentally verified three-dimensional non-stationary fluid model of unloaded atmospheric pressure inductively coupled plasmas, Journal of Physics D: Applied Physics, Volume 53, 2020, https://doi.org/10.1088/1361-6463/aba45f.

2. ANSYS Fluent 12.0 User's Guide. ANSYS, Inc., 2009. URL: https://www.afs.enea.it/project/neptunius/docs/fluent/html/ug/main_pre.htm.

УДК 004.087.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МАТЕРИНСКОЙ ПЛАТЫ С ЧИПСЕТОМ X870E

Кадыров Рамиль Радикович, Ахметвалеева Ляля Вахитовна
КГЭУ, г. Казань, Россия
ramilka.rab2023@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается архитектура чипсета X870E и её интеграция в различные материнские платы, работа с элементами платы и функционал. Выявление особенностей этой архитектуры, а также обозначение преимуществ с помощью сравнительного анализа его прямого конкурента Z790.

Ключевые слова: чипсет, материнская плата, сокет, архитектура, элемент платы, память, процессор.

STUDY OF THE CONNECTION BETWEEN MOTHERBOARD COMPONENTS AND THE X870E CHIPSET

Kadyrov Ramil Radikovich, Akhmetvaleeva Lyalya Vakhitovna
KSPEU, Kazan, Russia
ramilka.rab2023@gmail.com, alvkgeu@mail.ru

Abstract. The article discusses the architecture of the X870E chipset and its integration into various motherboards, working with board elements and functionality. The identification of the features of this architecture, as well as the identification of advantages through a comparative analysis of its direct competitor Z790.

Keywords: chipset, motherboard, socket, architecture, board component, memory, processor.

В настоящее время существует многообразие материнских плат и из года в год их обеспечение становится всё больше самодостаточным. Скорость и объёмы оперативной памяти или тактовые частоты процессоров увеличиваются. С ними же и усовершенствуются такие вещи, как сокет и чипсет. Они главное в материнской плате. Нужно понять, каким образом они “общаются” друг с другом и что именно они контролируют.

Как правило, чипсет отвечает за координацию всех элементов, значит, у неё должна быть своя память, своё ядро и свои инструкции. При работе необходимо понять, какие инструкции и функции выполняет, например, чипсет X870E [1, 2].

Рассмотрим функции исполняемого чипсета, разберём какому шаблону она придерживается, сколько PCIe к ней подсоединенно и какую работу выполняет сокет, а какую чипсет.

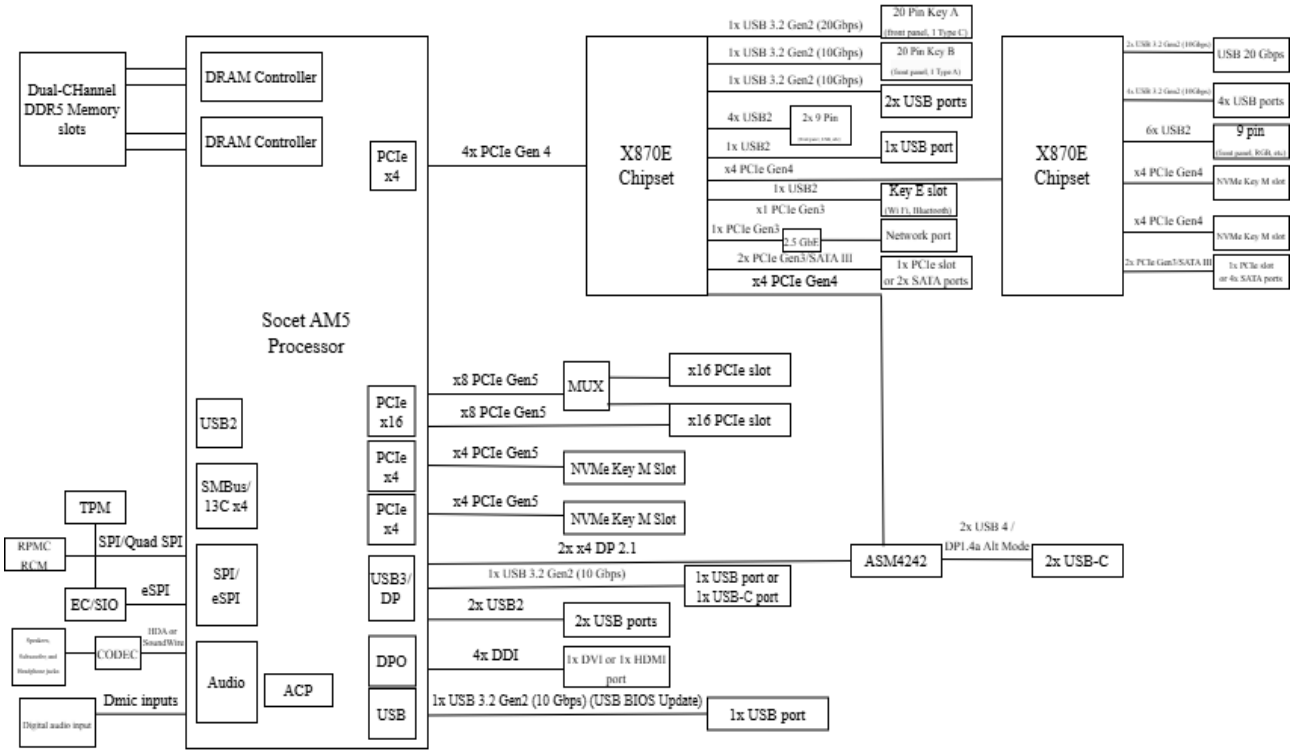


Рис. 1. Схема чипсета X870E

По схеме видно, что сокет AM5 соединён с чипсетом через четерёхлинную PCIe шину, пропускная способность которой 16 Gt/s. Сокет поддерживает две динамической памяти (DRAM), а также Audio, SPI/eSPI (самодиагностика).

От сокета идут шины к MUX, он своего рода контроллер потоков, и от него идёт PCIe в слот для видеокарты и к DVI или HDMI портам для подключения мониторов. Есть подключение к хост-контроллеру ASM4242, который даёт возможность поддерживать различные приложения от Microsoft. За безопасность системы отвечает TPM, RPMC и RCM, а за питанием и температурой EC/SIO [3].

В плане обработки сокет может: обработывать звук, оперативную память и видео/фото.

Перейдём к самому чипсету X870E. На передачу данных к хост-контроллеру ASM4242 и X870E осуществляется через четырёхдинную PCI шину. Чипсет берёт на себя лишь периферийные части системы, а именно: два 20-пиновые разъёмы, которые предназначены для питания материнской платы и всей системы; два 9-пиновые разъёмы – они нужны для подключения вентиляторов или элементов включения системы; Wi-Fi адаптер и Bluetooth; 2.5 GbE линия подключения к интернет разъёму [4].

В общем, максимальное количество портов USB 3.2 может достигать 14 (2 – Gen 2x2, 12 – Gen 12). Максимальное количество линии PCIe 20 (4.0 – 12, 3.0 – 8) и максимальное количество SATA 8, а NVMe 4, т.е. у неё хороший потенциал для материнских плат, предназначенных для конструирования домашних серверов с большой пропускной способностью.

Сравним чипсет X870E в материнской плате Asus Prime X870-P WiFi с его конкурентом ASRock Z790 Steel Legend WiFi, который вышел в 2023 году. В таблице приведём только отличия.

Таблица 1. Сравнение материнских плат на разных чипсетах

Материнская плата	Asus Prime X870-P WiFi	ASRock Z790 Steel Legend WiFi
Поддержка памяти	4 слота DDR5, двухканальный режим, частоты от 4400 до 8200 МГц	4 слота DDR5, двухканальный режим, поддержка до 7200+ МГц
Слоты расширения	1× PCIe 5.0 x16, 1× PCIe 4.0 x16 (x4), 1× PCIe 3.0 x16 (x4)	1× PCIe 5.0 x16, 1× PCIe 4.0 x16, 1× PCIe 3.0 x16
Слоты M.2	3× M.2 (2280/22110) с поддержкой PCIe 5.0 x4, 1× M.2 с поддержкой PCIe 4.0 x4	1× Blazing M.2 (PCIe Gen5x4), 4× Hyper M.2 (PCIe Gen4x4)
Порты SATA	4× SATA 6 Гбит/с	8× SATA 6 Гбит/с
Сетевые интерфейсы	Realtek RTL8125BG 2,5 Гбит/с LAN, Wi-Fi 7 (Qualcomm QCNCM865), Bluetooth 5.3	Realtek 2.5G LAN, Wi-Fi 6E (802.11ax), Bluetooth 5.3
USB-порты	2× USB4 Type-C (40 Гбит/с, DisplayPort), 3× USB 3.2 Gen2 Type-A (10 Гбит/с), 4× USB 3.2 Gen1 Type-A (5 Гбит/с), 2× USB 2.0	1× USB 3.2 Gen2x2 Type-C, 1× USB 3.2 Gen2 Type-C, 1× USB 3.2 Gen2 Type-A, 12× USB 3.2 Gen1, 3× USB 2.0

По таблице материнская плата Gigabyte X870E Aorus Pro Ice поддерживает более быструю память и более новый Wi-Fi чип по сравнению с ASRock Z790 Steel Legend WiFi. Наш конкурент применим для более продвинутых пользователей, т.к. имеет множество USB портов и SATA разъёмов [5, 6]. Хоть наш чипсет и отстаёт в количестве портов и разъёмов, он имеет более быстрые шины PCI, что выступает большим плюсом при передаче данных из одного устройства.

В итоге производители не воспользовались всеми преимуществами чипсетов. Реализовали лишь 11 портов USB (из 20) и 4 SATA разъёма (из 8). Может, это из-за размеров платы ATX, и если бы она была E-ATX, то могли бы воплотить все характерисктики чипсета X870E и Z790.

Таким образом, чипсет X870E хоть и имеет потенциал для серверной части, но не имеет значения в реализации, т.к. есть более доступные для продвинутых пользователей решения, например, ASRock Z790 Steel Legend WiFi, но это не

значит, что Asus Prime X870-P WiFi бесполезна, наоборот, её преимущества подходят тем, кто занимается профессиональной деятельностью в видео/фото обработке или стриминговыми сервисами.

Источники

1. AMD Socket AM5 Chipset [Электронный ресурс]. https://www.amd.com/en/products/processors/chipsets/am5.html (дата обращения: 27.03.2025).
2. Сара Л. Харрис, Дэвид Харрис Цифровая схемотехника и архитектура компьютера: RISC-V // пер. с англ. В. С. Яценкова, А. Ю. Романова; под ред. А. Ю. Романова. М.: ДМК Пресс, 2021. 810 с.: ил.
3. Дистанционная диагностика дефектов в высковольтных изоляторах / А. В. Голенищев-Кутузов [и др.] // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2020. Т. 22. № 2. С. 117-127.
4. Гусев, В. Г., Электроника и микропроцессорная техника: учебник / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. Москва: КноРус, 2022. 798 с. ISBN 978-5-406-08700-8.
5. Голенищев-Кутузов А.В., Иванов Д.А., Потапов А.А., Кротов В.И. Использование бесконтактных методов диагностики высоких электрических полей // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2019. Т. 21. № 4. С. 123-133.
6. Ахметвалеева Л.В., Галимуллин Н.Р. Обзор отрасли роботехнических систем // Динамика нелинейных дискретных элетктротехнических Д44 и электронных систем: материалы XIV Всерос. науч. тех. конф. Чебоксары: Изд-во Чувашского университета, 2021. С. 491–493.

УДК 533.9: 004.942

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПЛАЗМОТРОНЕ

Мельников Антон Сергеевич, Гильмутдинов Альберт Харисович
КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия
ASMelnikov@kai.ru

Аннотация. В работе представлены результаты численного моделирования газодинамических процессов в технологическом плазмотроне, предназначенном для обработки порошковых материалов. Исследование выполнено в программном комплексе ANSYS Fluent с применением пользовательских функций (UDF) для учета электромагнитных эффектов. Особое внимание уделено анализу структуры течения при подаче технологических газовых потоков. Полученные распределения температуры и скорости демонстрируют формирование вихревых структур, которые могут вызывать неравномерность обработки порошкового материала. Результаты работы могут быть использованы для оптимизации параметров технологического оборудования в аддитивном производстве.

Ключевые слова: численное моделирование, газовая динамика, индуктивно-связанная плазма.

NUMERICAL SIMULATION OF GAS DYNAMICS IN A TECHNOLOGICAL PLASMATRON

Melnikov Anton S., Gilmutdinov Albert Kh.
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
ASMelnikov@kai.ru

Abstract. The paper presents the results of numerical simulation of gas-dynamic processes in a technological plasmatron designed for powder material processing. The study was conducted using ANSYS Fluent software with the implementation of user-defined functions (UDF) to account for electromagnetic effects. Particular attention is paid to the analysis of flow structure during the supply of technological gas streams. The obtained temperature and velocity distributions demonstrate the formation of vortex structures that may cause non-uniform processing of powder materials. The results can be used to optimize parameters of technological equipment in additive manufacturing.

Keywords: numerical simulation, gas dynamics, inductively coupled plasma.

Современные технологии обработки порошковых материалов для аддитивного производства требуют точного контроля параметров плазменных потоков в технологических плазмотронах. Процесс обработки включает в себя

три ключевых этапа: нагрев частиц в индуктивно-связанной плазме (ИСП), их перенос в конденсационную камеру и последующее охлаждение. На этих этапах определяется качество конечного продукта, которое напрямую зависит от параметров течения, распределений температуры и скорости, которые, в свою очередь, определяются сложным взаимодействием электромагнитных и газодинамических факторов. Особую сложность представляет моделирование трехмерных течений при тангенциальной подаче газа, которая применяется для стабилизации плазменного факела. Упрощенные подходы с использованием 2D-осесимметричных моделей удобны в некоторых случаях [1, 2], однако не позволяют адекватно описать пространственный характер распределений и физических процессов в таких устройствах. В данной работе решается задача трехмерного моделирования газодинамики в технологическом реакторе на основе индукционно-связанной плазмы для обработки порошковых материалов.

Методика исследования. Геометрическая модель плазменного реактора состоит из четырех основных компонентов: собственно, области плазмы, где происходят основные процессы; кварцевой горелки для удержания ИСП; индуктора; окружающего воздуха, необходимого для корректного моделирования электромагнитных полей. Конструктивно нижняя часть реактора представляет собой конденсационную камеру. Вид геометрии и граничные условия модели представлены на рис. 1.

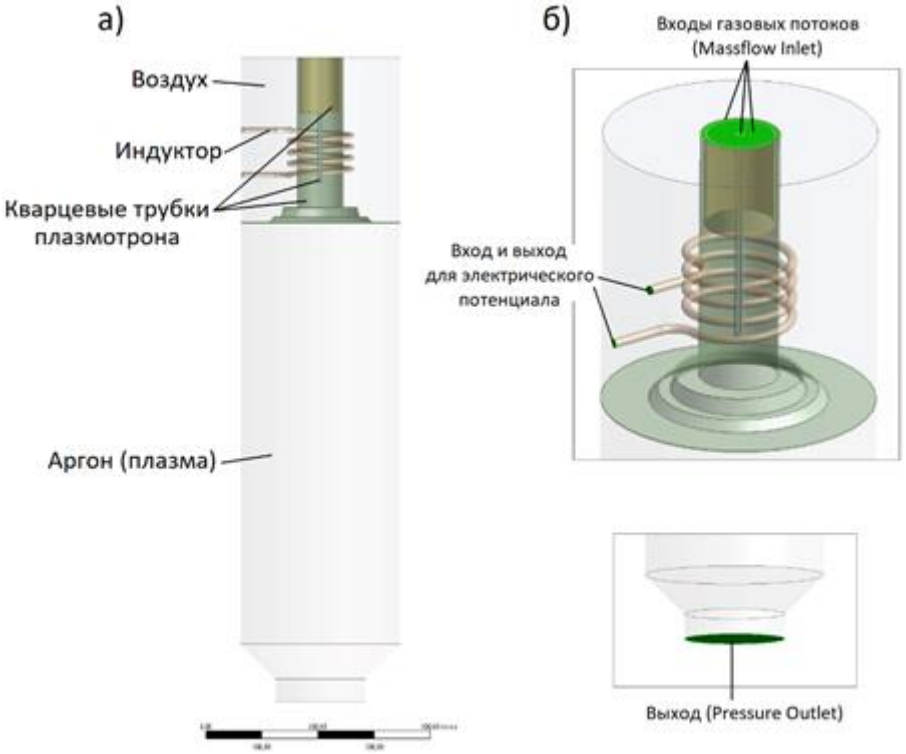


Рис. 1. а) Геометрия плазменного реактора; б) Граничные условия

При построении расчетной сетки особое внимание было уделено высокому разрешению в критических областях. В домене плазмы применены пристеночные слои методом Inflation для учета параметра Y+. В узких зазорах между трубками кварцевой горелки и угловых зонах конденсационной камеры также было выполнено сгущение для учета возможных вихревых течений.

Исходную сетку в 10 миллионов элементов после преобразования в полиэдральные элементы удалось сократить до 3,9 миллионов без потери точности расчетов. Граничные условия задавались в соответствии с физической постановкой задачи: массовый расход на входах (транспортный поток 3 л/мин, плазмообразующий поток 20 л/мин, защитный газ 10 л/мин, значения объемного расхода конвертируются в кг/с посредством UDF [1]), давление на выходе конденсационной камеры и условие Дирихле на стенках.

Для моделирования турбулентного течения использовалась модель k-ω SST, показавшая хорошую сходимость для подобных задач в сочетании с оптимальной производительностью. Система уравнений решалась с применением алгоритма PISO. Электромагнитные эффекты учитывались через пользовательские функции (UDF), реализующие решение уравнений Максвелла в терминах векторного магнитного и скалярного электрического потенциалов.

Результаты и обсуждение. Проведенное численное моделирование позволило детально исследовать структуру течения в конденсационной камере реактора. В ходе анализа полученных полей температуры и скорости (рис. 2) выявлен сложный пространственный характер течений с выраженными вихревыми зонами.

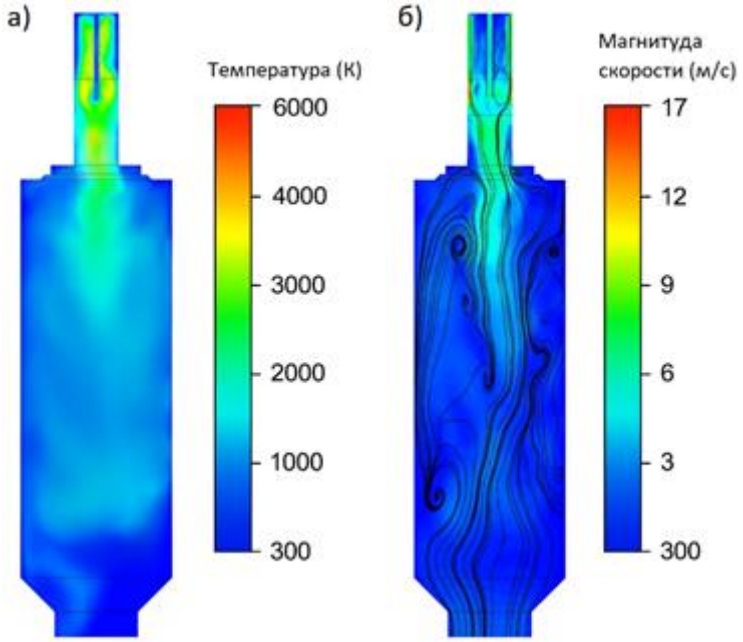


Рис. 2. а) контуры поля температуры; б) контуры поля скорости и линии тока

Наибольшая интенсивность вихрей наблюдается в области взаимодействия тангенциального газового потока с осевым. Возвратные потоки вблизи индуктора (рис. 3) также обусловлены действием электромагнитных сил (сила Лоренца). Эти потоки вызывают заметное отклонение плазменного факела от геометрической оси и его вращение.

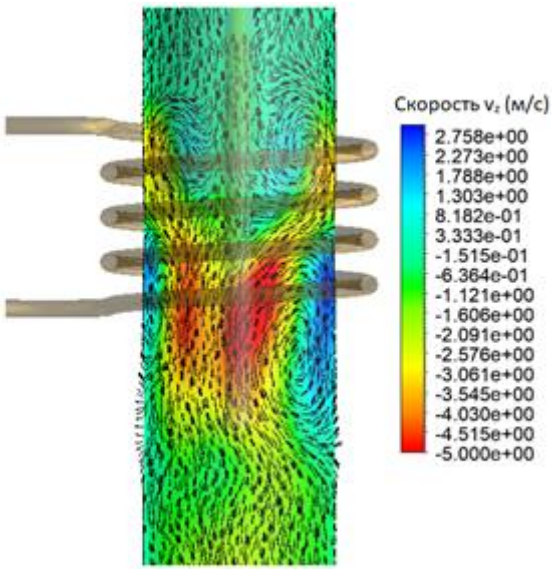


Рис. 3. Вектора скорости в области плазмотрона

Разработанная 3D-модель описывает сложную газодинамику плазменного реактора, включая формирование вихревых структур, возникновение возвратных потоков, пространственное распределение температурных полей.

Выявленные особенности течения требуют оптимизации конструкции реактора, а именно модификацию геометрии для снижения влияния вихрей, корректировку режимов подачи газа и учет электромагнитных эффектов. Дальнейшие исследования предполагают введение модели частиц для полного анализа процессов обработки порошкового материала.

Источники

1. Mirek P., Alavi S., Mostaghimi J. A Novel Radio-Frequency Inductively Coupled Plasma Torch for Material Processing // Plasma Chemistry and Plasma Processing. 2021. DOI: 10.1007/s11090-021-10200-8.

2. Frolov V., Ivanov D., Sosnin V. Numerical simulation of high power RF–RF hybrid plasma torch // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 643, 012071. DOI: 10.1088/1757-899x/643/1/012071.

3. ANSYS Fluent User's Guide, Release 2023 R1. ANSYS, Inc., 2023.

УДК 621.791

ОПТИМИЗАЦИЯ И БЫСТРОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ СОПЛОВОЙ НАСАДКИ ДЛЯ УСТАНОВКИ ПЛВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Морозов Владислав Вадимович, Нагулин Константин Юрьевич, Гильмутдинов Альберт Харисович
КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия
VlVMorozov@kai.ru

Аннотация. Современные аддитивные установки являются очень сложными устройствами. В частности, для достижения высокого качества и эффективности наплавки, требуется применение сложных конструкторских решений в сопловых насадках для установок прямого лазерного выращивания (ПЛВ). В данной статье, показан способ применения аддитивных технологий для оптимизации конструкции сопловой насадки Insstek MX-Mini для установки ПЛВ.

Ключевые слова: аддитивное производство, сопловая насадка, цифровой двойник, прототипирование, прямое лазерное выращивание.

OPTIMIZATION AND RAPID PROTOTYPING OF THE NOZZLE NOZZLE FOR THE INSTALLATION OF PV USING ADDITIVE TECHNOLOGIES

Morozov Vladislav V., Nagulin Konstantin Yu., Gilmutdinov Albert Kh.
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
VlVMorozov@kai.ru

Abstract. Modern additive installations are very complex devices. In particular, in order to achieve high quality and efficiency of deposition, it requires the use of complex design solutions in nozzles for direct laser deposition (DLD). This article shows a way to use additive technologies to optimize the design of the Insstek MX-Mini nozzle for the installation of DLD.

Keywords: additive manufacturing, nozzle, digital twin, prototyping, direct laser deposition.

Аддитивные технологии (АТ) – технологии производства изделий, которые используют методику добавления материала слой за слоем, в отличие от традиционных методов субтрактивного производства, где материал удаляется из большой заготовки. Формируя изделие послойно открывается возможность создания сложных структур и конструкций, не требующих дальнейшей сборки. Благодаря этому можно существенно улучшить существующие конструкции, произведенные классическими методами и как следствие увеличить качество и эффективность работы изделий [1].

На данный момент в области металлического аддитивного производства преобладает два вида технологии выращивания – селективное лазерное

плавление (СЛП) и прямое лазерное выращивание (ПЛВ). СЛП достигло момента, когда масштабирование и увеличение скорости выращивания стало крайне дорогим и требуются уже принципиально новые решения для дальнейшего развития технологии. В то же время, методика ПЛВ до сих пор имеет огромный потенциал роста как в габаритной печати, так и в приближении в точности и детализации к методике СЛП [2].

Для дальнейшего улучшения конструкций и развития установок ПЛВ без отставания от мировых лидеров требуется применения технологий быстрого изготовления и технологий, позволяющих создавать изделий особой сложности. Для решения этих задач прекрасно подходят технологии аддитивного производства. Для апробации подхода была поставлена задача оптимизировать конструкцию сопловой насадки установки ПЛВ Insstek MX-Mini имеющей коаксиальную конструкцию сопловой насадки (рис. 1, а), которая является сложной для производства классическими методами.

Был использован подход обратного проектирования с применением технологий 3D сканирования, что позволило сделать точную цифровую копию сопловой насадки (рис. 1б) (учитывая повреждения от длительной эксплуатации установки).

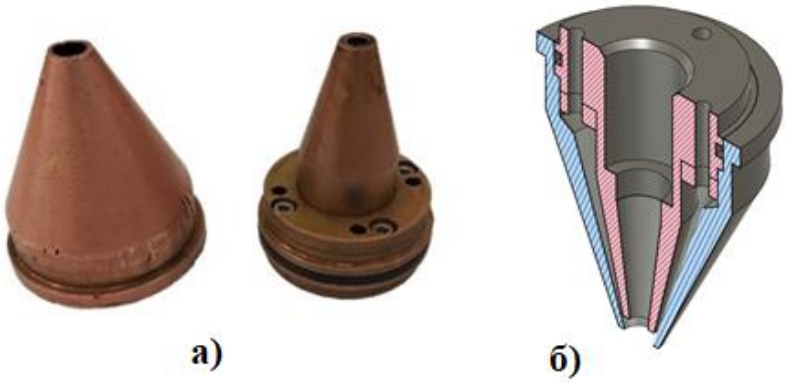


Рис. 1. Конструкции сопловой насадки Insstek MX-Mini: (а) – оригинальная сопловая насадка Insstek MX-Mini; (б) – 3D модель оригинальной сопловой насадки Insstek MX-Mini

Далее 3D модель была доработана и улучшена, в частности кольцевое выходное отверстие было уменьшено для улучшения концентрации газопорошкового потока (рис. 2, а). Для решения проблемы закупоривания выходного кольца сопловой насадки было добавлено крепление для ультразвуковых кольцевых пьезокерамических излучателей. Указанная технология позволяет решить проблему закупоривания порошковым материалом каналов сопловых насадок и увеличить плотность порошкового потока [3].

Следующим этапом была печать сопловой насадки. Печать производилась на фотополимерном 3D принтере. Такие 3D принтеры позволят получать изделия в кратчайшие сроки, при этом детализация и точность печати позволяет создавать функциональные образцы без дополнительной постобработки. Было

произведено несколько итераций печати для корректировки допусков на посадочные поверхности. В результате получили сопловую насадку пригодную для исследования газопорошковых потоков, коэффициента использования материала и влияния ультразвуковых вибраций на газопорошковые потоки (рис. 2, б).

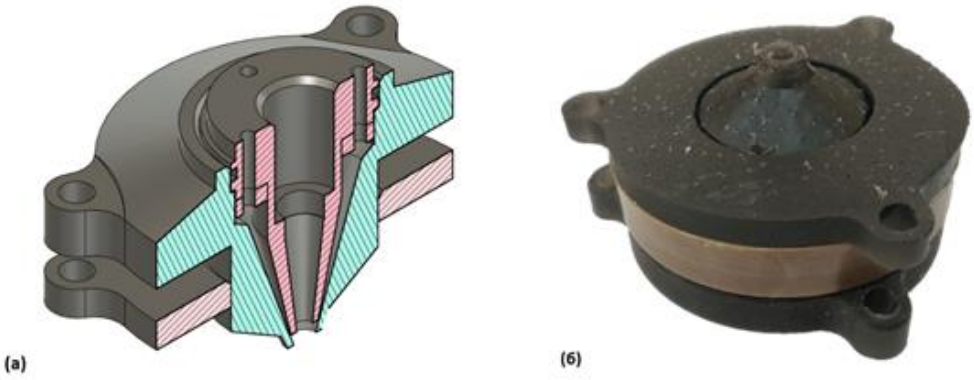


Рис. 2. Конструкции модифицированной сопловой насадки Insstek MX-Mini: (а) – 3D модель модифицированной сопловой насадки Insstek MX-Mini; (б) – модифицированная сопловая насадка Insstek MX-Mini

В результате проделанный работы был апробирован способ применения обратного проектирования с технологиями 3D сканирования сопловой насадки установки ПЛВ Insstek MX-Mini. Применены модификации на основе полученной 3D модели сопловой насадки и с помощью технологии фотополимерного аддитивного производства изготовлена усовершенствованная сопловая насадка.

Работа выполнена за счет предоставленного в 2024 году Академией наук Республики Татарстан гранта на осуществление фундаментальных и прикладных научных работ в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан.

Источники

1. Mark Armstrong, Hamid Mehrabi, Nida Naveed. An overview of modern metal additive manufacturing technology / Journal of Manufacturing Processes, 2022 – V. 294. – pp. 1001-1029. doi.org/10.1016/j.jmapro.2022.10.060.

2. Ambrish Singh, Sajan Kapil, Manas Das. A comprehensive review of the methods and mechanisms for powder feedstock handling in directed energy deposition / Additive Manufacturing, 2020. V. 35. doi.org/10.1016/j.addma.2020.101388.

3. W. Wang, L. Li. High-quality high-material-usage multiple-layer laser deposition of nickel alloys using sonic or ultrasonic vibration powder feeding / Engineering Manufacture, 2010. V. 225. doi.org/10.1177/09544054JEM2128.

УДК 537.8:004.94

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МИНИМИЗАЦИИ ГРАНИЧНЫХ ЭФФЕКТОВ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ В ANSYS FLUENT

Рубля Ратмир Сергеевич, Гильмутдинов Альберт Харисович
КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия
ratmir.rublya@fmf-kai.ru

Аннотация. При численном моделировании электромагнитных полей в ограниченной расчетной области граничные условия оказывают существенное влияние на точность решения. Особенно это актуально при высокочастотных воздействиях, например, при моделировании индукционного нагрева. В статье рассмотрены современные подходы к минимизации граничных эффектов: расширение расчетной области, задание граничных условий, введение тонких проводящих и идеально согласованных поглощающих слоев. Приведено сравнение методов по точности, вычислительной эффективности и возможности реализации в ПО ANSYS Fluent.

Ключевые слова: электромагнитное моделирование, граничные эффекты, PML, ANSYS Fluent.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR MINIMIZING BOUNDARY EFFECTS IN ELECTROMAGNETIC MODELING IN ANSYS FLUENT

Rublya Ratmir Sergeevich, Gilmutdinov Albert Kharisovich
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
ratmir.rublya@fmf-kai.ru

Abstract. In numerical modeling of electromagnetic fields within a bounded computational domain, boundary conditions significantly influence the solution accuracy. This is particularly critical for high-frequency applications, such as induction heating simulations. The article examines modern approaches to minimizing boundary effects: domain extension, boundary conditions, thin conductive and perfectly matched layers. A comparative analysis of these methods is provided, evaluating their accuracy, computational efficiency, and feasibility of implementation in ANSYS Fluent software.

Keywords: electromagnetic modelling, boundary effects, PML, ANSYS Fluent.

При численном моделировании электромагнитных (ЭМ) процессов, особенно в высокочастотном диапазоне, корректная постановка граничных условий (ГУ) является критически важным фактором для обеспечения

достоверности результатов. Моделирование методом конечных объемов в ANSYS Fluent предполагает работу с расчетной областью конечных размеров, что приводит к взаимодействию с искусственными границами и возникновению нефизических отражений волн, способных вызывать значительные погрешности. Наибольшее влияние эти эффекты оказывают в системах, где источники ЭМ поля расположены вблизи границ расчетной области.

Основные методы минимизации граничных эффектов:

1. Искусственное увеличение расчетной области. Наиболее простой способ снижения влияния граничных условий заключается в увеличении размеров расчётной области таким образом, чтобы границы находились на достаточном удалении от источников поля. При этом значения электромагнитных величин на границах становятся пренебрежимо малыми, что позволяет минимизировать их воздействие на решение в рабочей зоне.

2. Применение стандартных граничных условий для магнитного векторного потенциала $\vec{A}$ [1]. Условия Дирихле (первого рода) представляют собой жесткое задание значений векторного потенциала на границе расчетной области (обычно $\vec{A} = 0$), что физически соответствует моделированию идеально проводящей границы, где касательная компонента магнитного поля $\vec{B}_\tau$. равна нулю Однако такое условие создает значительные искажения поля вблизи границы, особенно когда она расположена в непосредственной близости от источников тока. Это связано с тем, что решение вынуждено подстраиваться под искусственно заданное нулевое значение потенциала.

Условия Неймана (второго рода) формулируются как $\frac{\partial \vec{A}}{\partial \vec{n}} = 0$ и представляют собой более мягкое ГУ. Физически оно моделирует идеально магнитную границу с бесконечно большой магнитной проницаемостью, где нормальная компонента магнитного поля $\vec{B}_n$ равна нулю. Основное преимущество этого условия заключается в том, что оно не фиксирует конкретное значение потенциала, а лишь ограничивает его производную, позволяя полю более естественно распределяться вблизи границы.

3. Тонкие проводящие слои [2]. Метод основан на введении по границам расчетной области тонких слоев с высокой электрической проводимостью ($\sigma \to \infty$), создающих эффект эквипотенциальной поверхности. Физически такие слои обеспечивают затухание электромагнитного поля за счет омических потерь, причем эффективность поглощения повышается при наличии воздушного зазора между рабочей областью и поглощающим слоем.

4. Perfectly Matched Layer [3]. PML представляет собой поглощающий слой с пространственно-изменяющейся проводимостью, плавно возрастающей по специальному закону (обычно квадратичному или экспоненциальному), способный эффективно поглощать волновое поле без отражения независимо от

угла падения. В ANSYS Fluent реализация данного метода требует задания объёмного распределения проводимости через пользовательскую функцию DEFINE_PROPERTY.

В таблице 1 представлен результат сравнительного анализа методов минимизации граничных эффектов при ЭМ-моделировании в ПО ANSYS Fluent.

Таб. 1. Сравнительная таблица методов минимизации граничных эффектов

№	Метод	Точность	Вычислительные затраты	Реализация в Fluent
1	Увеличение размеров расчетной области	высокая	высокие	прямая
2	Стандартные ГУ	низкая	низкие	прямая
3	Тонкий проводящий слой	средняя	низкие	прямая / UDF
4	PML	высокая	средние	UDF

Для задач моделирования высокочастотных ЭМ полей в ANSYS Fluent наилучший компромисс между точностью и вычислительными затратами демонстрирует метод PML. Однако реализация PML требует использования пользовательских функций (UDF), что увеличивает сложность настройки модели. В качестве практической альтернативы могут быть использованы тонкие проводящие слои, обеспечивающие приемлемую точность при меньших вычислительных ресурсах, особенно эффективные для осесимметричных конфигураций и систем с выраженным затуханием поля. Стандартные ГУ рекомендуется применять только при значительном удалении границ от зоны интереса, так как их использование вблизи источников поля приводит к существенным искажениям результатов моделирования.

Источники

1. Vágó, I. On the Interface and Boundary Conditions of Electromagnetic Fields, Periodica Polytechnica Electrical Engineering, Volume 38 (2), 1994, P. 79–94. https://pp.bme.hu/ee/article/view/4454.

2. Perić, R. Minimizing Undesired Wave Reflection at the Domain Boundaries in Flow Simulations with Forcing Zones. Ph.D. Thesis, Hamburg University of Technology, 2019.

3. Bérenger J.-P., A perfectly matched layer for the absorption of electromagnetic waves, Journal of Computational Physics, Volume 114 (2), 1994, P. 185-200, ISSN 0021-9991, https://doi.org/10.1006/jcph.1994.1159.

УДК 621

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРОСТОЙ МОДЕЛИ

Мухачев Сергей Валентинович
ФГБОУ ВО «УрГУПС», Екатеринбург, Россия
msv62@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена экспериментальной оценке энергоэффективности здания на основе простой модели. Рассмотрен экспериментальный метод получения основных характеристик энергоэффективности. Получены их численные значения для небольшого одноэтажного жилого здания. Подтверждена приемлемая энергоэффективность обследованного здания.

Ключевые слова. Энергоэффективность, модель, теплозащита, коэффициент аккумуляции теплоты, удельная тепловая характеристика, остывание.

EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF THE ENERGY EFFICIENCY OF A BUILDING BASED ON A SIMPLE MODEL

Sergey V. Mukhachev
USURT, Ekaterinburg, Russia
msv62@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to an experimental assessment of the energy efficiency of a building based on a simple model. An experimental method for obtaining the main characteristics of energy efficiency is considered. Their numerical values are obtained for a small one-storey residential building. The acceptable energy efficiency of the surveyed building has been confirmed.

Keywords. Energy efficiency, model, thermal protection, heat accumulation coefficient, specific thermal characteristic, cooling.

Проблемы теплозащиты любого жилого здания крайне важны при проектировании и эксплуатации. Тепловой режим помещения формируется в результате внутренних и внешних воздействий. Через наружные ограждения здания, воздухообмен с внешней средой происходят процессы тепло- и массообмена. Чем эффективнее теплозащита здания, тем меньше энергоресурсов расходуется для создания и сохранения необходимого теплового режима. Сложные физические процессы, связанные с теплообменом, могут быть рассчитаны с использованием имеющихся методик [1, 2]. Расчетные методы определения характеристик энергоэффективности используются на этапе проектирования здания. Они достаточно трудоемки и имеют погрешность,

обусловленную неточностями характеристик здания, строительных материалов, конфигурации узлов и так далее.

Для оценки энергоэффективности построенного здания можно использовать экспериментальный метод.

В данной работе ставилась задача оценки энергоэффективности небольшого одноэтажного жилого здания, имеющего внешние размеры 11,2 на 12,4 метра; высота жилых помещений 2,85 м (внутренний объем V≈340 м^3). Материал стен – газобетон толщиной 0,4 м, снаружи стены облицованы кирпичом. Цоколь и чердачное перекрытие выполнены из плит ПК, утеплены. Крыша двускатная. Чердак холодный.

Энергоэффективность здания описывается двумя показателями: коэффициент аккумуляции теплоты и удельная теплозащитная характеристика здания.

Для определения коэффициента аккумуляции теплоты использовалась простая модель остывания здания. В ее рамках измерялась зависимость температуры внутри здания от времени при выключении теплоисточника. Температура снаружи была постоянна.

Скорость остывания после выключения теплоисточника пропорциональна разнице температур внутри и снаружи здания и может быть описана дифференциальным уравнением

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\alpha A}{C}(T_н - T) = k(T_н - T),$$

где α − коэффициент теплопередачи, зависящий от геометрии, состояния поверхности, режима теплопередачи и других факторов; A − площадь поверхности здания, через которую передается тепло; T − температура внутри здания; $T_н$ − температура окружающей среды снаружи здания.

Решение уравнения имеет вид:

$$T(t) = T_н + (T_0 - T_н)e^{-kt},$$

где T_0 – начальная температура внутри здания; k=αA/C – коэффициент теплопроводности.

Таким образом, температура внутри здания уменьшается экспоненциально, приближаясь к температуре окружающей среды. С увеличением коэффициента k здание будет охлаждаться быстрее. Очевидно, что скорость остывания здания прямо пропорциональна площади его соприкосновения с внешней средой A (стены, перекрытия) и обратно пропорциональна теплоемкости C.

В строительной теплотехнике принято записывать уравнение охлаждения здания в виде [3]:

$$\frac{T(t)-T_{\text{н}}}{(T_0-T_{\text{н}})} = e^{-t/\beta},$$

где β – коэффициент аккумуляции теплоты, час$^{-1}$.

Результаты измерения приведены на рис. 1. Во время измерения температура снаружи здания была равна -2^0 С.

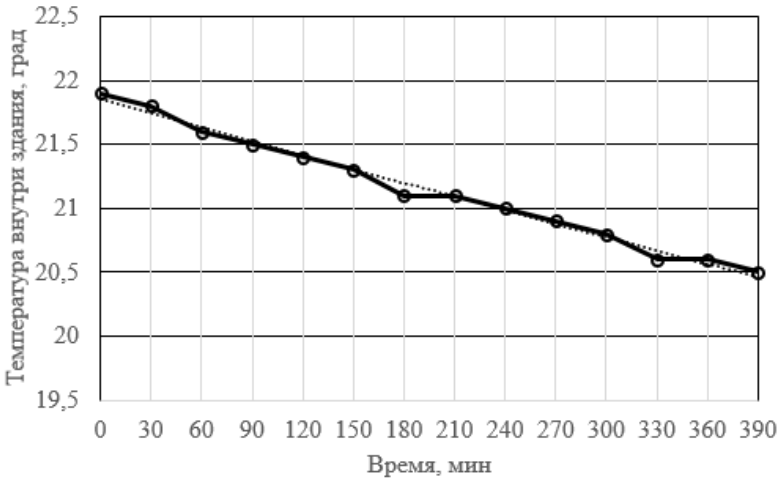


Рис. 1. Зависимость температуры внутри здания от времени

По полученной зависимости определен коэффициент аккумуляции теплоты: β=100 час$^{-1}$. Коэффициент аккумуляции теплоты показывает теплоустойчивость здания: чем он больше, тем медленнее охлаждается здание после выключения теплоисточника. Полученное значение указывает на хорошую теплоустойчивость. Например, для сравнения, для средних помещений крупнопанельного дома серии 1–605А β=77 час$^{-1}$. Остывание от комнатной температуры до нуля градусов Цельсия при температуре снаружи -20^0 С будет происходить приблизительно трое суток. Очень неплохой показатель.

Для получения второй характеристики – удельной тепловой характеристики, – измерялись теплопотери здания в зависимости от разности температур внутри и снаружи здания. Теплопотери определялись по мощности теплоисточника. Результаты измерения приведены на рис. 2.

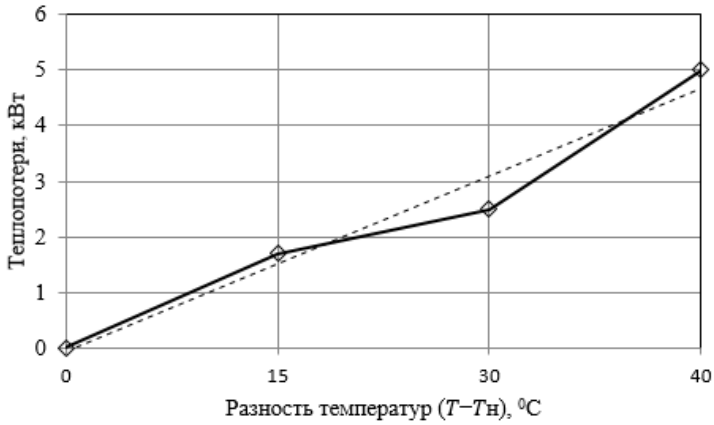


Рис. 2. Теплопотери здания в зависимости от разности температур внутри и снаружи здания.

Теплопотери в зависимости от разности температур внутри и снаружи здания выражаются линейной зависимостью

$$Q = 105 \cdot (T - T_{\text{н}}), \text{ Вт/}^0\text{С}.$$

Тогда удельная тепловая характеристика здания

$$q = \frac{Q}{V(T-T_{\text{н}})} = \frac{105}{340} = 0{,}309 \text{ Вт/(м3·}^0\text{С)}.$$

Удельная тепловая характеристика здания нормируется в зависимости от отапливаемого объема и градусосуток отопительного периода [4]. Например, для Екатеринбурга за 2024 год градусосутки отопительного периода для температуры внутри здания 21^0 С составили 5537 [5].

Удельная теплозащитная характеристика здания объемом 340 м^3 нормируется значением 0,523 Вт/(м3 град). Отсюда можно заключить, что удельная теплозащитная характеристика обследованного здания удовлетворяет принятым нормам с очень хорошим запасом.

Таким образом, выполнена экспериментальная оценка энергоэффективности небольшого жилого здания на основе простой модели, методика и результаты которой приведены в статье. Получены две основные характеристики энергоэффективности: коэффициент аккумуляции теплоты и удельная тепловая характеристика здания. Полученные числовые значения имеют обобщенный оценочный характер, однако позволяют оценить в целом энергоэффективность здания. Значения полученных характеристик указывают, что здание обладает достаточной энергоэффективностью.

Источники

1. Пилипенко Н. В. Тепловые потери и энергетическая эффективность зданий и сооружений. Учебное пособие. СПб: Университет ИТМО, 2016. 54 с.

2. Малявина Е. Г. Теплопотери здания Справочное пособие. Москва: «АВОК-ПРЕСС», 2007. 265 с.

3. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление: Учеб. для вузов. М.: Стройиздат, 1991. 735 с.

4. Толстова, Ю. И. Основы строительной теплофизики: учеб. пособие / Ю. И. Толстова, Р. Н. Шумилов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 104 с.

5. СП 50.13330.2024 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий».

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РЕЛАКСОМЕТРА ПМР И УПРАВЛЕНИЯ ПРОТОЧНЫМ АНАЛИЗАТОРОМ КУСТА СКВАЖИН

Овсеенко Галина Анатольевна, Кашаев Рустем Султанхамитович
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия
galinka.ovseenko@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрено применение искусственных нейронных сетей (ИНС) для контроля состояния релаксометра ПМР и управления проточным анализатором куста скважин. Релаксометр ПМР, основанный на ядерном магнитном резонансе (ЯМР), используется для измерения параметров релаксации (T_{2i}, A_i, P_i) с целью анализа физико-химических свойств нефти и воды. Разработан алгоритм контроля готовности релаксометра с использованием ИНС и метода 3σ, где ИНС, представленная многослойным персептроном (MLP), анализирует вектор ПМР-параметров и сравнивает их с эталонными значениями. Также ИНС применяется для управления проточным анализатором ПМР куста скважин МАЦИС, где система рассчитывает характеристики нефти на участке «забой скважины — прием насоса» с использованием программы *LabView*. Разработанные методы способствуют повышению точности и надежности процессов нефтедобычи, а также автоматизации измерений.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, релаксометр ПМР, метод 3σ, проточный анализатор, *LabView*, нефтедобыча.

APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR MONITORING THE CONDITION OF THE PMR RELAXOMETER AND CONTROLLING THE FLOW ANALYZER OF THE WELL PAD

Ovseenko Galina Anatolievna, Kashaev Rustem Sultankhamitovich
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia
galinka.ovseenko@mail.ru

Abstract: The paper considers the application of artificial neural networks (ANN) to monitor the state of the PMR relaxometer and control the flow analyzer of a well cluster. A PMR relaxometer based on nuclear magnetic resonance (NMR) is used to measure relaxation parameters (T_{2i}, A_i, P_i) in order to analyze physical and chemical properties of oil and water. A relaxometer readiness control algorithm using ANN and 3σ method is developed, where an ANN represented by a multilayer perseptron (MLP) analyzes a vector of PMR parameters and compares them with reference values. The ANN is also used to control the flowing well pad PMR analyzer MACIS, where the system

calculates oil characteristics at the “well bottomhole - pump intake” section using *LabView* software. The developed methods contribute to the improvement of accuracy and reliability of oil production processes, as well as automation of measurements.

Keywords: artificial neural networks, PMR relaxometer, 3σ method, flow analyzer, LabView, oil production.

Современные технологии нефтедобычи требуют высокоточных методов контроля и анализа характеристик скважинной жидкости (СКЖ). Одним из ключевых инструментов в этой области является релаксометр ПМР, который позволяет измерять параметры релаксации ядерного магнитного резонанса (ЯМР) для определения физико-химических свойств нефти и воды. В данной статье рассматривается применение искусственных нейронных сетей (ИНС) для контроля состояния релаксометра ПМР и управления проточным анализатором куста скважин.

Для обеспечения точности измерений релаксометра ПМР разработан метод контроля его состояния с применением ИНС и статистического метода 3σ. Искусственная нейронная сеть, используемая в данном методе, представляет собой многослойный персептрон (MLP), состоящий из входного, скрытых и выходного слоев. Основная задача ИНС — определение готовности релаксометра к измерениям на основе анализа вектора ПМР-параметров, включающего времена релаксации (T_{2i}), населенности протонов (P_i) и амплитуды сигналов спин-эхо (A_i) [1].

Алгоритм контроля релаксометра ПМР следующий:

1. Формирование вектора измерений: В ИНС передаются текущие значения ПМР-параметров N_{ij}=[T_{2Ai}, T_{2Bi}, T_{2Ci}, P_{2Ai}, P_{2Bi}, P_{2Ci}, A_{Ai}, A_{Bi}, A_{Ci}], где i– индекс переменной, $j = A, B, C$ – молекулярные фазы

2. Обработка данных: По формулам разделения огибающей сигналов спин-эхо вычисляются промежуточные значения T_{2iT}.

3. Определение теоретических параметров: С помощью обратного преобразования Лапласа определяются теоретические значения ПМР-параметров, которые сравниваются с экспериментальными данными.

4. Нормирование и анализ: Полученные данные нормируются и передаются в ИНС для сравнения с эталонными значениями.

5. Формирование результата: ИНС выдает вектор контроля N_{out} = [«Норма», «Не определено», «Неправильно»]. В случае отклонений корректируются веса сети для следующей итерации [2].

Данные, полученные в ходе контроля, отображаются на экране автоматизированного рабочего места оператора и одновременно записываются в базу данных для последующего анализа и принятия решений. На рисунке 1

представлен график поиска с помощью ИНС архитектур многослойного персептрона (MLP) и радиально-базисных функций (RBF).

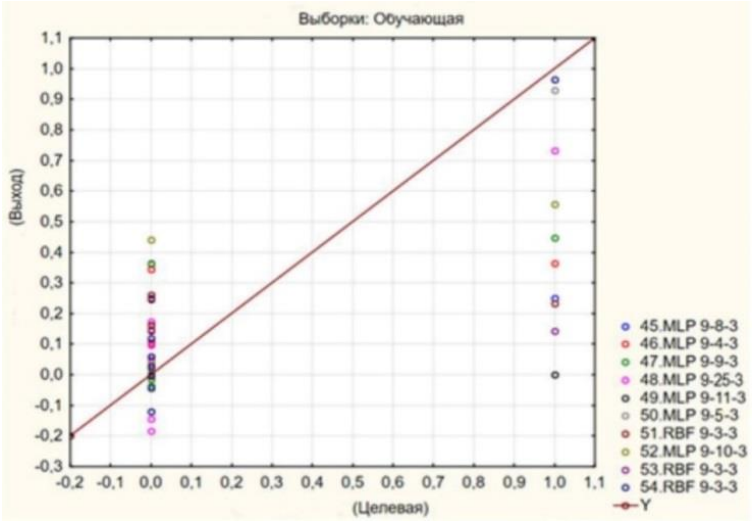


Рис. 1. График поиска оптимальной архитектуры многослойного персептрона и радиально-базисных функций для ИНС [2]

Для повышения точности контроля проведен поиск оптимальной архитектуры ИНС. Наиболее подходящей оказалась структура MLP 9-5-3 с промежуточным слоем из 5 нейронов, обеспечивающая точность 93%. Альтернативная структура MLP 9-25-3 также показала высокую эффективность. Статистический метод 3σ, реализованный в программном пакете «Statistica», показал меньшую точность (72,6%) по сравнению с ИНС (99,8%). Это подтверждает преимущество использования ИНС для контроля состояния релаксометра ПМР.

Применение ИНС для управления проточным анализатором ПМР куста многофункциональной автоматизированной цифровой интеллектуальной скважиной (МАЦИС) Разработанная система позволяет рассчитывать характеристики нефти на участке «забой скважины — прием насоса» с использованием программы *LabView* представлена на рисунке 2.

Методика расчета характеристик нефти:

1. Плотность скважинной жидкости: Рассчитывается с учетом газонасыщенности, температурных зависимостей плотности нефти и воды, а также объемного коэффициента жидкости.

2. Температурные зависимости: Учитываются коэффициенты объемного расширения нефти и воды.

3. Объемный коэффициент жидкости: Определяется при различных давлениях на входе в насос.

4. Дебит жидкости: Вычисляется на основе объемного коэффициента [3].

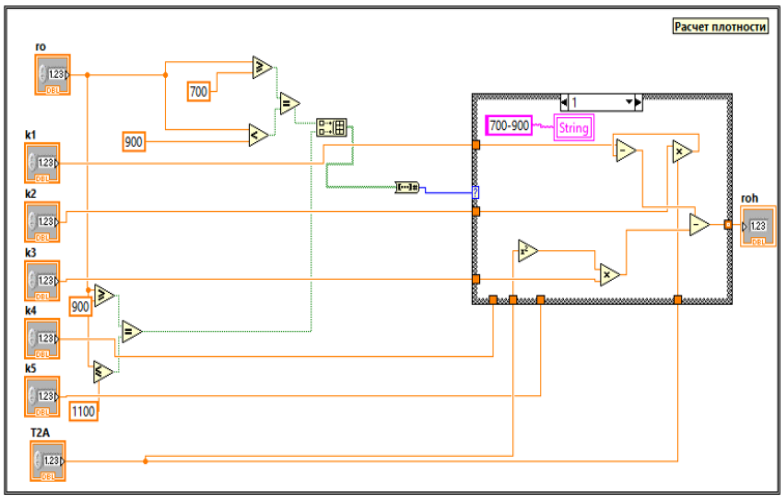


Рис. 3. Программа измерения характеристик СКЖ по ПМР-данным

Применение искусственных нейронных сетей для контроля состояния релаксометра ПМР и управления проточным анализатором куста скважин демонстрирует высокую точность и эффективность. Разработанные методы позволяют минимизировать погрешности измерений и повысить надежность процессов нефтедобычи. Использование ИНС [4] в сочетании с современными программными инструментами, такими как *LabView*, открывает новые возможности для автоматизации и оптимизации нефтедобывающих процессов.

Источники

1. Овсеенко Г.А., Кашаев Р.С., Козелков О.В. Использование искусственных нейронных сетей для контроля достоверности измерений свойств нефтяных дисперсных систем релаксометром протонного магнитного резонанса // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2022. № 31. С. 39–41.

2. Ovseenko G.A., Kashaev R.S., Kozelkov O.V., Kozelkova V.O., Mikhailov A.G., Van Tung T., Kien N.Ch., Technologies for rapid monitoring and treatment of oil to remove impurities in a mechatronic plant controlled by a hardware and software system using pmr relaxometry // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2023. Т. 57. № 5. С. 1249-1253.

3. Овсеенко Г.А., Кашаев Р.С., Чупаев А.В. Измерение концентрации солей и нефти в сточных водах протонно-магнитным релаксометром // Вода: химия и экология. 2023. № 3. С. 18-22.

4. Емалетдинова Л. Ю., Вильданов Н. Р., Катасев А. С. Использование нейросетевой модели TCN-LSTM для прогнозирования значений временного ряда // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 62-64.

УДК 004.942

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПЕРЕНОСА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЗЕРЕННОЙ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА

Орлова Мария Сергеевна, Горунов Андрей Игоревич
КНИТУ–КАИ, г. Казань, Россия
MSOrlova@kai.ru

Аннотация. В статье рассмотрена математическая модель процесса теплопереноса при нагревании металла, учитывающая влияние зеренной структуры на теплопроводность. Разработанная математическая модель процесса основана на уравнении Аллена-Кана и уравнении теплопроводности и реализована в виде программного кода в среде Matlab. Результаты моделирования процесса нагревания и плавления нержавеющей стали 316L представлены в виде распределения фазового и температурного полей.

Ключевые слова: математическое моделирование, численный эксперимент, моделирование теплопереноса, метод фазового поля.

MODELING OF THE HEAT TRANSFER PROCESS TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF THE GRAIN STRUCTURE OF THE METAL

Orlova Maria Sergeevna, Gorunov Andrey Igorevich
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
MSOrlova@kai.ru

Abstract. The article considers a mathematical model of the heat transfer process during metal heating, which takes into account the influence of the grain structure on thermal conductivity. The developed mathematical model of the process is based on the Allen-Cahn equation and the thermal conductivity equation and is implemented as a program code in Matlab. The simulation results of the heating and melting process of 316L stainless steel are presented in the form of a distribution of phase and temperature fields.

Keywords: mathematical modeling, numerical experiment, modeling of heat transfer, phase field method

При моделировании процессов термического воздействия на металлические материалы и сплавы важно учитывать неоднородность микроструктуры в процессе передачи тепла. Размерность зеренной структуры металла, толщина и развитость межзеренных границ оказывают значительное влияние на теплопроводность материала. В поликристаллическом материале на

границах зерен находится большое количество дефектов структуры, что негативно сказывается на электрической и тепловой проводимости материала. На дефектах происходит дополнительное рассеяние переносящих энергию фотонов и электронов [1]. В дополнение к этому на процесс теплопередачи может оказать влияние средний размер зерен в структуре металла. Мелкозернистые структуры имеют тенденцию к значительному уменьшению значений теплопроводности материала, а также его электропроводности [2]. Поэтому учет влияния микроструктуры при разработке моделей процесса теплопереноса в металлах и сплавах позволяет приблизить модель к реальному процессу.

Сравнение температурного поля, возникающего при нагревании металла, без учета его зеренной структуры и с ее учетом будет проведено на примере процесса плавления нержавеющей стали 316L. Для расчета структурных изменений материала используется метод фазового поля. Согласно методу фазового поля зеренная структура металла описывается в виде поля, состоящего из параметров порядка, называемого фазовым. Основным уравнением данного метода является уравнение Аллена-Кана:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} = \; - \; M \frac{\delta F}{\delta \eta}, \tag{1}$$

где η – параметр порядка, M – коэффициент мобильности межзеренной границы, F – функционал свободной энергии Гиббса.

Функционал свободной энергии Гиббса может быть описан в виде комбинации плотностей энергий согласно [3]:

$$F = \int_V \left(f_{chem} + f_{dw} + f_{grad} \right) dV \, , \tag{2}$$

где f_{chem} – плотность химической энергии, f_{dw} – плотность энергии энергетического барьера, f_{grad} – плотность энергии градиента.

Для учета термического воздействия на материал в модель введено уравнение теплопроводности с дополнительным слагаемым, отвечающим за учет изменения фазового поля, согласно [4]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \; k \nabla^2 T + \frac{L}{c_p} \frac{\partial \eta}{\partial t}, \tag{3}$$

где T – температура, k – коэффициент температуропроводности, L – скрытая теплота плавления, c_p – удельная теплоемкость.

Преобразование уравнений (1-3) для дальнейшей программной реализации модели в среде Matlab производилось с применением метода конечных разностей по неявной схеме дискретизации. Размер расчетной области составил 50x50 мкм, разрешение сетки – 200, шаг по времени – $5 \cdot 10^{-8}$ с, количество параметров порядка – 11. Исходная температура материала была задана равной 300 К, далее на верхнюю границу расчетной области начинал воздействовать термический источник, постепенно нагревая материал до 3000 К.

Было проведено два вычислительных эксперимента: в первом уравнение теплопроводности решалось без дополнительного слагаемого, то есть влияние микроструктуры не учитывалось, во втором решение происходило с учетом дополнительного слагаемого, при этом его влияние было искусственно завышено для более наглядной демонстрации его действия.

На рис. 1(а) представлены результаты первого расчета для времени 35 мс в виде распределения фазового и температурного полей. Температурное поле распространяется равномерно и не зависит от сформированной микроструктуры. На рис. 1(б) представлены результаты расчета с учетом влияния микроструктуры на процесс теплопереноса для аналогичного времени. Фронт температурного поля распространяется неравномерно и зависит от зеренной структуры.

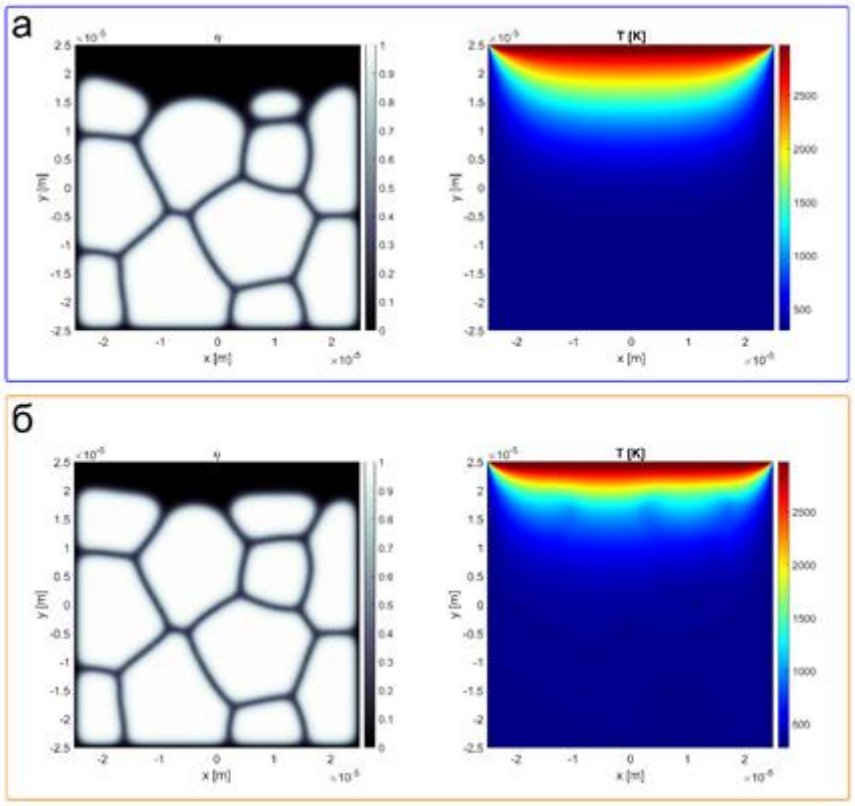


Рис. 1. Результат моделирования фазового и температурного полей: а – без учета влияния микроструктуры на теплоперенос, б – с учетом влияния микроструктуры на теплоперенос

Моделирование с учетом дополнительного слагаемого в уравнении теплопроводности наглядно демонстрирует, что в областях между зернами материала тепло распространяется хуже, чем в объеме самих зерен. Для визуализации данной зависимости поверх карты температурного поля были построены линии границ зерен, что представлено на рис. 2.

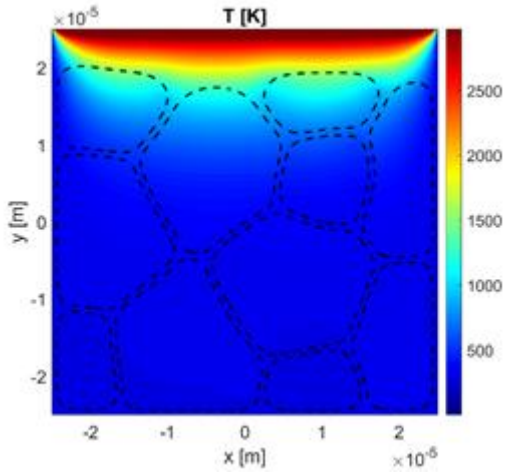


Рис. 2. Результат моделирования теплопереноса с наложением границ зерен

По результатам вычислительных экспериментов можно сделать вывод о том, что на зеренных границах металла происходит заметное замедление процесса теплопереноса, что приводит к формированию неравномерного температурного поля. Полученные результаты качественно согласуются с известными закономерностями в области теплопроводности материалов. Поэтому исследованная в данной работе модификация уравнения теплопроводности позволяет приблизить модель к реальному процессу.

Источники

1. Уланов, В.А., Голенищев-Кутузов А.В. Электрические и магнитные свойства металлов, полупроводников и диэлектриков: учебн. пос. Казань: КГЭУ, 2015. 229 с.

2. Коротких, А.Г. Теплопроводность материалов: учебное пособие. – Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 97 с.

3. Takaki, T. Phase-field Modeling and Simulations of Dendrite Growth / T. Takaki // ISIJ International. 2014. V. 54. P. 437-444.

4. Roberts, C. Thermo-physical phase field model of laser powder melting additive manufacturing of 2D layered stainless steel structures / C. Roberts, J. Marian // Journal of Materials Research and Technology. 2024. V. 28. P. 3641-3654.

УДК 537.8:004.94

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОНКИХ ПРОВОДЯЩИХ СЛОЁВ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ОТРАЖЕНИЙ НА ГРАНИЦАХ РАСЧЁТНОЙ ОБЛАСТИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ КОЛЬЦЕВОГО ИНДУКТОРА В ANSYS FLUENT

Рубля Ратмир Сергеевич, Гильмутдинов Альберт Харисович
КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия
ratmir.rublya@fmf-kai.ru

Аннотация. В работе рассмотрен метод подавления искусственных отражений на границах расчётной области при моделировании электромагнитных полей кольцевого индуктора в ANSYS Fluent. Предложено использование тонких проводящих слоёв (ТПС) в качестве эффективной альтернативы традиционным поглощающим граничным условиям. Показана возможность успешной реализации данного подхода в ANSYS Fluent для задач электродинамического моделирования.

Ключевые слова: электромагнитное моделирование, искусственные отражения, тонкие проводящие слои, кольцевой индуктор, ANSYS Fluent.

BOUNDARY ARTIFACT SUPPRESSION IN RING INDUCTOR FIELD SIMULATIONS VIA THIN CONDUCTIVE LAYERS IN ANSYS FLUENT

Rublya Ratmir Sergeevich, Gilmutdinov Albert Kharisovich
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
ratmir.rublya@fmf-kai.ru

Abstract. This study investigates a method for suppressing spurious boundary reflections in electromagnetic field simulations of toroidal inductors using ANSYS Fluent. We propose the implementation of thin conductive layers (TCLs) as an efficient alternative to conventional absorbing boundary conditions. The presented approach demonstrates successful application for electrodynamic modeling problems within the ANSYS Fluent environment.

Keywords: electromagnetic modeling, artificial reflections, thin conductive layers, toroidal inductor, ANSYS Fluent.

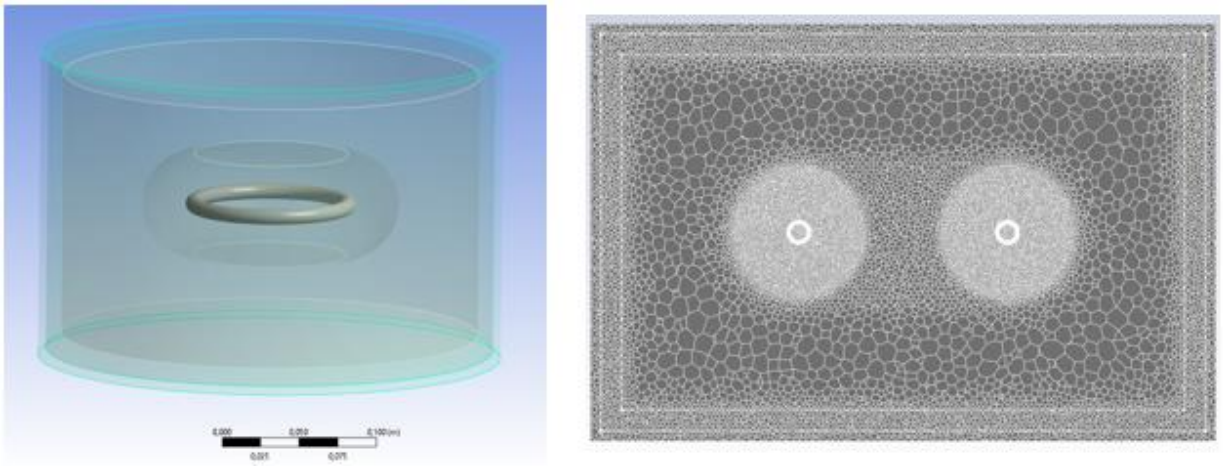
Численное моделирование электромагнитных процессов активно применяется в задачах проектирования и оптимизации индукционных систем, в том числе индукторов различной геометрии. Одним из наиболее распространённых подходов является использование программных пакетов, таких как ANSYS Fluent [1], которые позволяют совмещать моделирование электромагнитных, тепловых и гидродинамических процессов. Однако при

постановке электромагнитных задач в конечной расчётной области возникает проблема отражения электромагнитных волн от границ, что приводит к искажению результирующего поля и снижению достоверности моделирования.

В настоящей работе рассматривается подход, основанный на введении тонких проводящих слоёв, обладающих градиентной проводимостью, что обеспечивает постепенное поглощение электромагнитной энергии. Метод продемонстрирован на примере кольцевого индуктора, создающего высокочастотное магнитное поле. Математическая формулировка и программная реализация электромагнитной модели описана в работах [2,3]. Реализация ТПС выполнена с помощью инструментария UDF [1].

Моделируемая область имеет размеры 20×30 см (рис. 1а). ТПС толщиной 1 см расположен на расстоянии 0.5 см от границы расчетной области, что обеспечивает наличие воздушного зазора. Индуктор выполнен в виде кольца диаметром 10 см с толщиной проводника 1 см. Сила тока – 2000 А, частота – 200 кГц.

Для дискретизации расчетной области использована полиэдральная сетка, общее количество элементов которой составляет 2 643 092 (рис. 1б). В областях расположения индуктора и ТПС применено адаптивное сгущение сетки для точного разрешения электромагнитных полей.



а) б)

Рис. 1. Геометрия (а) и сетка (б) расчетной области

Объемное задается квадратичной зависимостью, где максимальное значение 5×10^4 См/м достигается на внешней границе слоя, плавно уменьшаясь до нуля на внутренней, что обеспечивает постепенное поглощение волн без существенных отражений за счет плавного изменения импеданса по толщине слоя.

На графике (рис. 2) представлено распределение магнитной индукции вдоль оси кругового тока для двух вариантов расчёта – без применения ТПС и с его использованием – в сравнении с аналитическим решением.

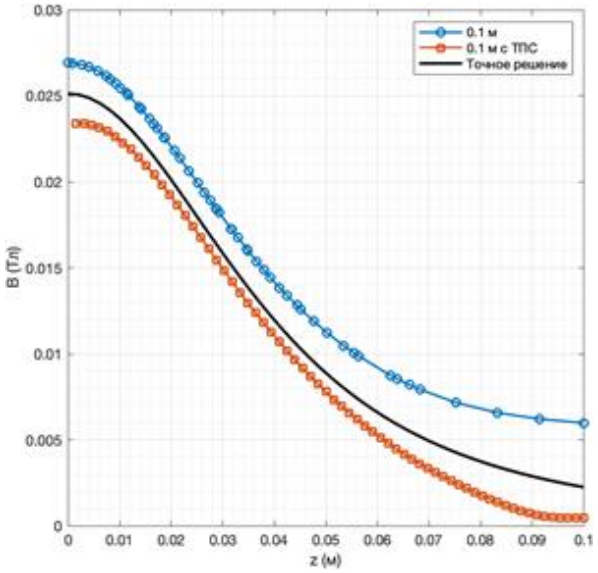


Рис. 2. Распределение магнитной индукции вдоль оси Z

В случае без ТПС наблюдается заметное завышение величины магнитной индукции по сравнению с аналитическим решением, особенно в области, прилегающей к источнику поля. Введение ТПС существенно снижает это влияние: численные значения индукции оказываются значительно ближе к аналитическим, особенно в центральной и дальней от источника частях области.

Приблизительная оценка максимальной относительной погрешности показывает, что без ТПС она достигает порядка 20–30%, тогда как с применением ТПС не превышает 10%. Таким образом, использование тонкого проводящего слоя позволяет эффективно экранировать граничные отражения и обеспечивает повышение точности моделирования без необходимости увеличения размеров расчётной области.

Источники

1. ANSYS Fluent 12.0 User's Guide. ANSYS, Inc., 2009. URL: https://www.afs.enea.it/project/neptunius/docs/fluent/html/ug/main_pre.htm.

2. Tsivilskiy, I.V., Gilmutdinov, A.Kh., Nikiforov, S.A., Rublya, R.S., Khamidullin, B.A., Melnikov, A.S., Nagulin, K.Yu., An experimentally verified three-dimensional non-stationary fluid model of unloaded atmospheric pressure inductively coupled plasmas, Journal of Physics D: Applied Physics, Vol. 53, 2020, https://doi.org/10.1088/1361-6463/aba45f.

3. Egan L.R., Furlani E.P., A computer simulation of an induction heating system, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 27(5), 1991, P. 4343-4354, DOI: 10.1109/20.105060.

УДК 621.438

РАСЧЁТ ХАРАКТЕРИСТИК МАЛОРАЗМЕРНОЙ ОСЕВОЙ ТУРБИНЫ

Ступоченко Владимир Александрович
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия
stupochenko.v@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты расчета характеристики турбины малоразмерного газотурбинного двигателя. Геометрия была получена с прототипа малоразмерного ГТД. Расчет проводился методом «контрольных объемов» и был верифицирован расчетом, проведенным по принятым методикам.

Ключевые слова: газовая осевая турбина, характеристика турбины, метод контрольных объемов, степень понижения давления, численное моделирование.

CALCULATION OF THE CHARACTERISTICS OF A SMALL-SIZED AXIAL TURBINE

Stupochenko Vladimir Aleksandrovich
BMSTU, Moscow, Russia
stupochenko.v@mail.ru

Annotation. The article presents the results of calculating the turbine characteristics of a small-sized gas turbine engine. The geometry was obtained from a prototype of a small-sized gas turbine engine. The calculation was carried out using the "control volume" method and was verified by calculations performed according to accepted methods.

Keywords: gas axial turbine, turbine characteristics, control volume method, degree of pressure reduction, numerical modeling.

Целью данной работы является получение газодинамических характеристик турбины малоразмерного газотурбинного двигателя (ГТД). Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи: 1) построение 3D модели турбины; 2) построение математической модели и ее верификация; 3) расчет и оценка характеристик турбины.

Профили лопатки РК были получены профилированием по методике изложенной в учебном пособии по проектирования газовой турбины [3].

По полученным размерам и сечениям были построены 3D модели пера лопатки СА и пера лопатки РК. Полученная геометрия была загружена в программу TurboGrid. При построении сетки были приняты следующие допущения: задача осесимметричная, осевой зазор между статорной частью и

диском РК отсутствует (как у прототипа). В блоке Setup программного комплекса ANSYS CFX были заданы следующие граничные условия: полная температура газа, статическое давление на выходе из РК, давление на входе в СА варьировалось от 150 000 Па до 490 000 Па, расчет проводился на частотах вращения 70 000, 100 000 и 120 000 об/мин, модель турбулентности Shear Stress Transport, количество итераций не менее 400, значение невязок 10^{-6}.

SST модель турбулентности Ментера является некой комбинированной моделью турбулентности, основанной на использовании K-ω модели в пристеночных областях и K-ε модели в областях, находящихся на достаточном удалении от стенки [4].

Верификация проводилась на номинальном режиме. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение результатов расчетов различными методиками

	Методика из учебного пособия	Методом контрольных объемов
Параметр расхода	$7{,}2 \cdot 10^5$	$7{,}06 \cdot 10^5$
$\pi^*_т$	1,782	1,717
$Т_т$, К	715,6	715,9
$Т^*_т$, К	749,0	758,2
КПД	0,8802	0,8863

Были получены данные в 29 расчетных точках при частотах вращения 70 000, 100 000, 120 000 об/мин. Характеристикой турбины является зависимость параметра расходы газа через турбину (А) от степени расширения газа в турбине. Параметр расхода рассчитывается по формуле (1), КПД турбины получено как отношение сработанного теплоперепада к располагаемому. На рис. 1 и 2 приведены соответственно зависимость параметра расхода газа турбины от степени расширения и зависимость КПД от степени понижения давления. Из зависимости видно, что с ростом степени понижения давления расход газа через турбину растет. При давлениях выше 490 000 Па степень понижения давления снижается, а расход продолжает расти. Данное явление возникает из-за образования скачков уплотнения на выходе из турбины.

На рис. 3 и 4 приведены иллюстрации течений и распределения чисел маха на предельных режимах при частоте вращения ротора 70 000 и 100 000 об/мин.

$$\mathrm{A} = G_г \cdot \frac{\sqrt{\mathrm{T}^*_г}}{p^*_г} \qquad (1)$$

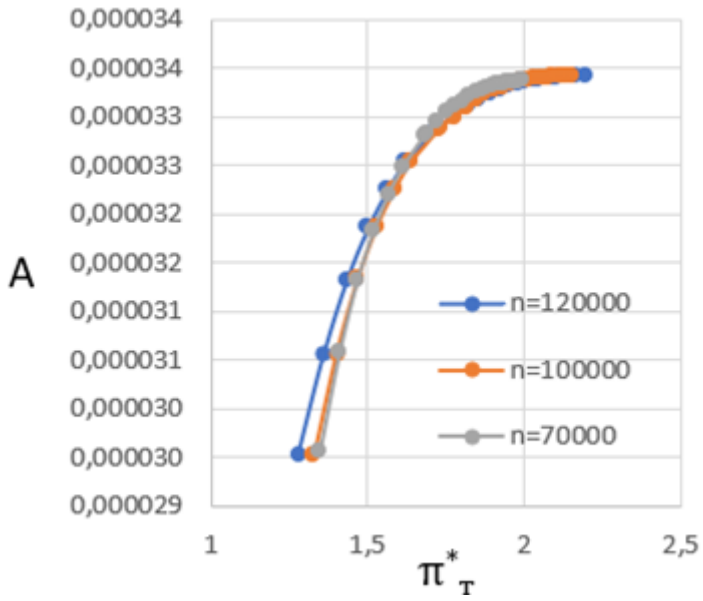


Рис. 1. Характеристика турбины

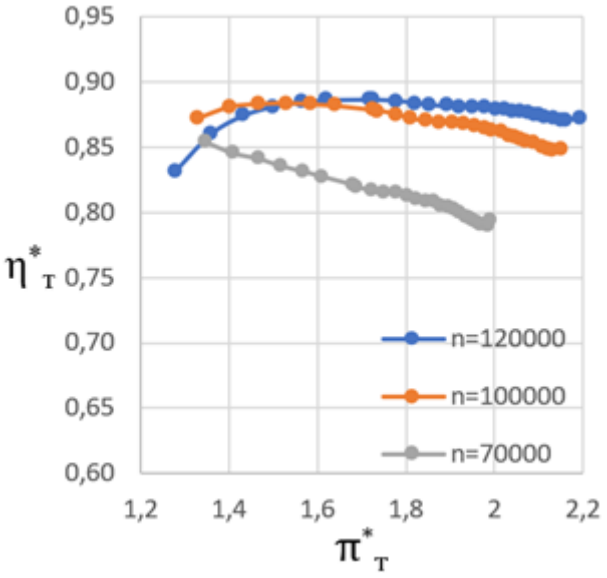


Рис. 2. КПД турбины от степени понижения давления

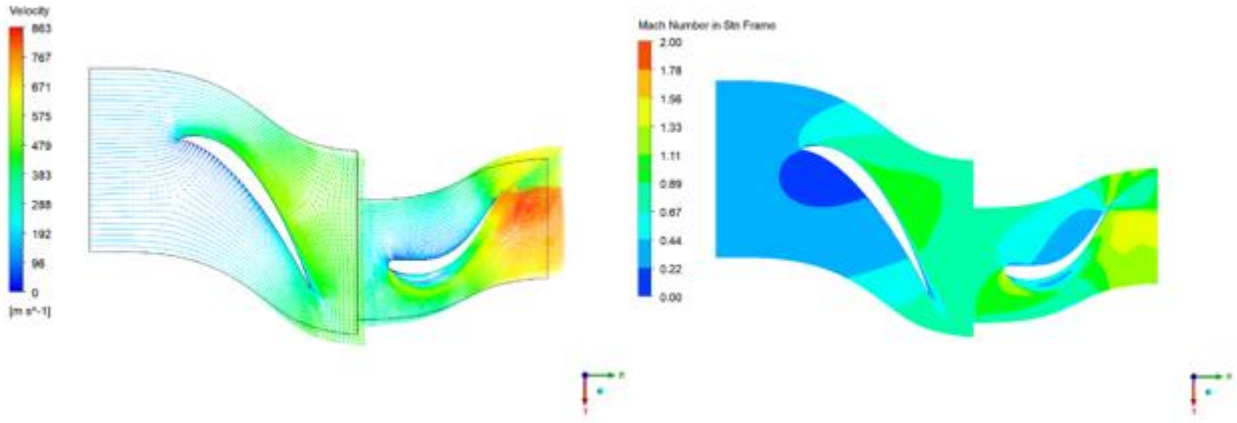


Рис. 3. Распределение скорости (слева) и чисел маха (справа) при частоте вращения 70 000 об/мин

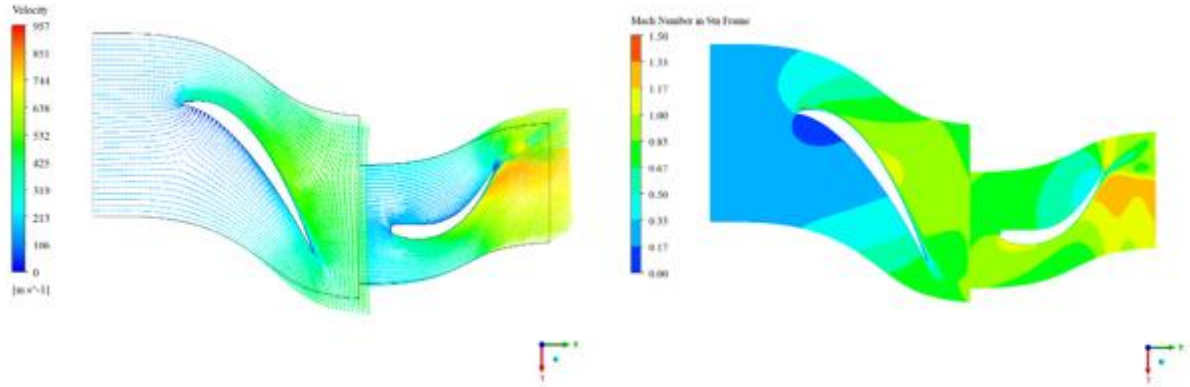


Рис. 4. Распределение скорости (слева) и чисел маха (справа) при частоте вращения 100 000 об/мин

По результатам работы спрофилированная геометрия турбины имеет удовлетворительные характеристики и высокий КПД. Данная характеристика может быть использована в работе по построению цифрового двойника газотурбинного двигателя.

Источники

1. Михальцев В.Е., Моляков В.Д. Теория и проектирование газовой турбины: учеб. пособие по курсу «Лопаточные машины газотурбинных и комбинированных установок. Газовые турбины». Ч.1. Под ред. М.И. Осипова. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2006 г. 104 с.

2. Платонов И. М. Тепло-массообмен при взаимодействии струй в режиме газодинамического управления летательным аппаратом: дисс. … канд. техн. наук: 01.04.14 / Платонов Иван Михайлович; науч. рук. Л. В. Быков; МАИ. Москва, 2019. 127 с.

3. Иноземцев А.А. Газотурбинные двигатели / А.А. Иноземцев, В.Л. Саландрацкий. Пермь: ОАО Авиадвигатель, 2006. 1195 с.

УДК 62-225.52

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИКИ КОАКСИАЛЬНОГО СОПЛА В ПРЯМОЙ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКЕ

Тимергалиев Динар Дамирович, Никифоров Сергей Александрович
КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия
dinartimer3@gmail.com

Аннотация. Математическое моделирование процессов, происходящих во время прямой лазерной наплавки, дают возможность тратить меньше времени и средств на проектирование сопел, дающие точность в соответствии с поставленной задачей. В статье представлена математическая модель газодинамики коаксиального сопла для применения в технологии прямой лазерной наплавки, выполненная в среде Ansys Fluent. Рассматриваются параметры и решения, полученные в результате расчётов, которые критически влияют на качество наплавки.

Ключевые слова: аддитивное производство, математическое моделирование, коаксиальное сопло, наплавка

STUDY OF GAS DYNAMICS OF A COAXIAL NOZZLE IN DIRECT LASER CLADDING

Timergaliev Dinar Damirovich, Nikiforov Sergei Alexandrovich
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
dinartimer3@gmail.com

Abstract. Mathematical modeling of processes occurring during direct metal deposition (DMD) makes it possible to spend less time and money on designing nozzles that are accurate to the task at hand. The article presents a mathematical model of gas dynamics of a coaxial nozzle for application in direct laser cladding technology, performed in Ansys Fluent environment. The parameters and solutions obtained as a result of calculations, which critically affect the quality of cladding, are considered.

Keywords: additive manufacturing, mathematical modeling, coaxial nozzle, cladding.

Проектирование коаксиального сопла представляет собой довольно важную задачу, особенно в технологии прямой лазерной наплавки, в которой необходима прецизионная обработка. Сходу спроектировать такое сопло в САПР не получится, потребуется много прототипов для проверки корректной работоспособности этого сопла. В целях предотвращения больших затрат на изготовление большого количества прототипов нужно применить

математическое моделирование газодинамики коаксиального сопла в технологии прямой лазерной наплавки.

Коаксиальное сопло предназначено для порошковой металлургии и может быть использовано при изготовлении деталей с покрытием из металлических сплавов методом лазерной наплавки с синхронной подачей порошка [1].

Коаксиальная сопловая головка формирует сфокусированный осесимметричный газопорошковый поток, в котором его частицы хорошо экранированы защитным газом от атмосферного воздуха [2].

Помимо осесимметричности пучка, данная сопловая головка реализует наиболее тонкий газопорошковый поток, позволяющий наносить валики шириной 200 – 300 мкм. Диаметр лазерного луча может составлять не более 0,3 мм, а эффективность использования порошка может достигать 70%, чего не обеспечивают методы с внеосевой или многоструйной подачей [3].

Основные уравнения. Сама модель представляет собой усредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса (RANS) (1), (2):

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\right] + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(-\rho\overline{u'_\iota u'_\jmath}\right) \tag{2}$$

Обозначения в уравнениях (1) и (2): ρ – плотность изучаемой жидкости (газа); u – скорость течения; t – время; x – координата положения ячейки; p – давление в ячейке; μ – динамическая вязкость изучаемой жидкости (газа); $\overline{u'_\iota u'_\jmath}$ – усредненная по ансамблю (или по времени) скорость течения.

К уравнениям Навье-Стокса в качестве модели турбулентности применяется стандартная $k-\omega$ модель, которая определяет усредненную по ансамблю скорость течения $\overline{u'_\iota u'_\jmath}$. [4]

Добавлена дискретно-фазовая модель частиц, описывающих приближенное поведение частиц в сопле и в области выхода из него.

В качестве геометрии было спроектировано тройное коаксиальное сопло (рис. 1).

Граничные условия в расчете представлены на рисунке 2.

В результате расчёта в среде Ansys Fluent были получены графики для оценки течения аргона и порошка AISI-316L в сопле. (рис. 3, 4).

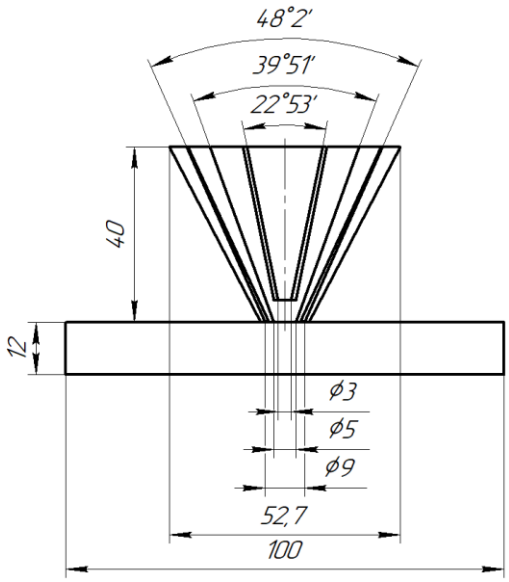


Рис. 1. Геометрия модели коаксиального сопла

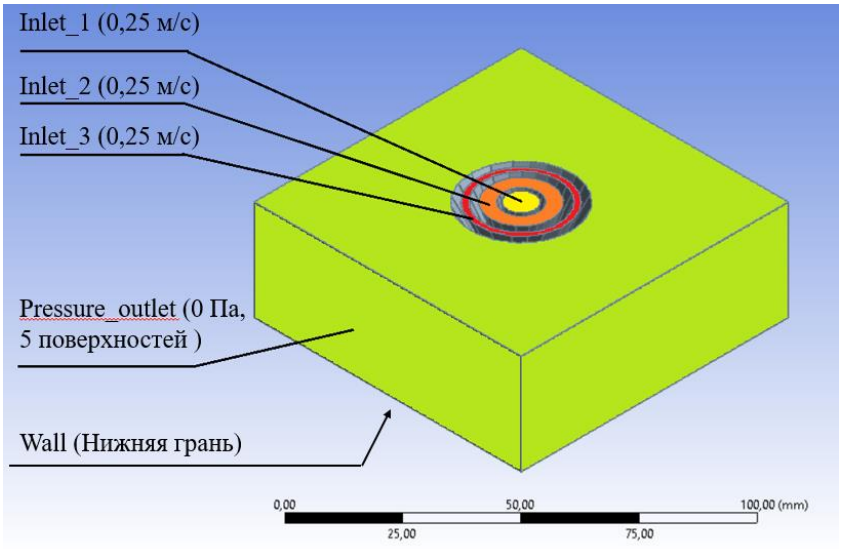
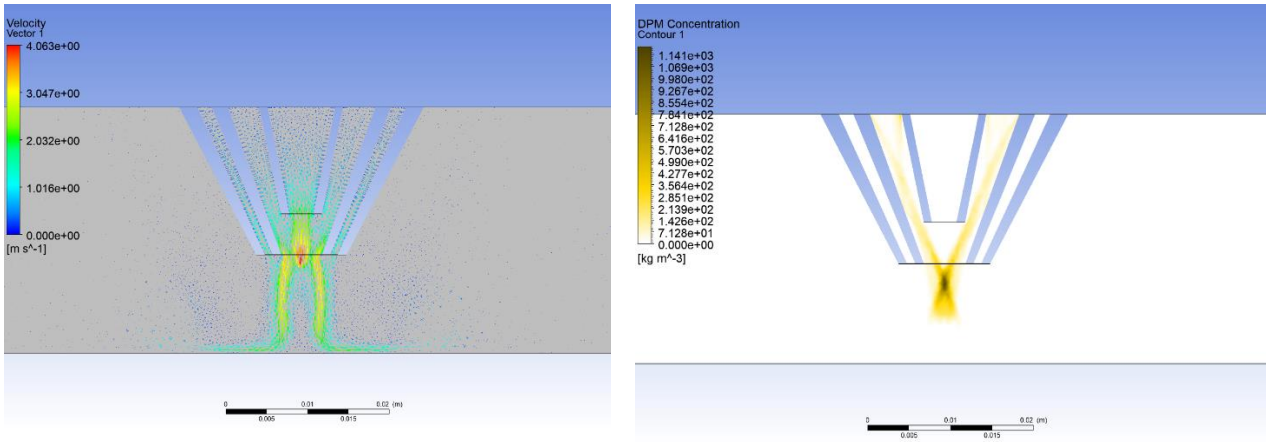


Рис. 2. Граничные условия в модели



А) Б)

Рис. 3. а) График скоростей течения аргона; б) График концентрации частиц в расчетной области

В результате получен пик концентрации частиц на довольно коротком расстоянии от самого сопла с приемлемой перетяжкой газопорошковой струи. Для получения интересующего положения фокуса порошковых частиц следует регулировать параметры геометрии сопла (угол развертки и размер канала) и массового расхода порошка и расхода аргона (регулируя значения в inlet).

Источники

1. Патент № 07.05.2019 CN 201910376309.3. Сопло для коаксиальной подачи порошка, выполненное с возможностью пневматической регулировки фокуса подачи порошка: № 2020141098: заявл. 30.04.2020: опубл. 12.11.2020 / Лю Хао, Сунь Шифэн, Чжан Тун, Лю Цзянь, Ду Сяотун, Ли Сяоцзя, Гао Вэньпэн. 14 с.
2. Способ лазерной наплавки и устройство для его осуществления. [Патент]: SU 1347295 A1: Авторское свидетельство на изобретение / изобр. Н.Н. Одинцов. Россия, 10.11.1985.
3. Негодяев В. О., Роганов Д. Л., Балякин А. В. Конструкция коаксиальных сопловых головок / В. О. Негодяев, Д. Л. Роганов, А. В. Балякин // Тенденции развития науки и образования. 2010. № 3. С. 61-70.
4. Ansys, Inc. Fluent Theory Guide. 2024. 1024 с.

УДК 621.791:004.896

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ ПОРОШКОВ В АКУСТИЧЕСКИХ ПОЛЯХ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ЛАЗЕРНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ

Рубля Ратмир Сергеевич, Морозов Владислав Вадимович, Нагулин Константин Юрьевич
КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия
ratmir.rublya@fmf-kai.ru

Аннотация. В данной работе проведено сравнительное численное исследование характеристик порошковой струи для двух различных методов подачи материала: газовой и виброакустической ультразвуковой. Методами вычислительной гидродинамики проанализированы пространственное распределение концентрации частиц и эффективность их транспортировки в зону синтеза. Полученные результаты демонстрируют потенциал ультразвукового метода подачи для повышения производительности технологии ПЛВ за счет увеличения локальной плотности порошкового потока в области фокусировки лазерного излучения.

Ключевые слова: аддитивное производство, прямое лазерное выращивание, виброакустическая подача порошка, коаксиальное сопло.

NUMERICAL INVESTIGATION OF POWDER DYNAMICS IN ACOUSTIC FIELDS FOR DIRECT LASER DEPOSITION TECHNOLOGY

Rublya Ratmir Sergeevich, Morozov Vladislav Vadimovich, Nagulin Konstantin Yur’evich
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
ratmir.rublya@fmf-kai.ru

Abstract. This work presents a comparative numerical investigation of powder flow characteristics for two distinct material feeding techniques: gas-assisted and vibroacoustic ultrasonic powder delivery. Using computational fluid dynamics methods, we analyzed the spatial particle concentration distribution and transport efficiency to the deposition zone. The results demonstrate the significant potential of ultrasonic powder feeding for enhancing the productivity of laser direct metal deposition processes through improved local powder flux density in the laser beam focal region.

Keywords: additive manufacturing, direct metal deposition, vibroacoustic powder feeding method powder feed, coaxial nozzle.

Аддитивные технологии (АТ) занимают ключевое место в современной промышленности, обеспечивая возможность высокоточного создания изделий сложной геометрии с минимальными материальными затратами. Среди

перспективных методов АТ особое значение имеет прямое лазерное выращивание (ПЛВ), позволяющее синтезировать детали из металлических порошков с заданными механическими и функциональными свойствами. Данная технология находит применение в аэрокосмической промышленности, энергетическом машиностроении и медицине, где критически важны как геометрическая сложность компонентов, так и их эксплуатационная надежность [1].

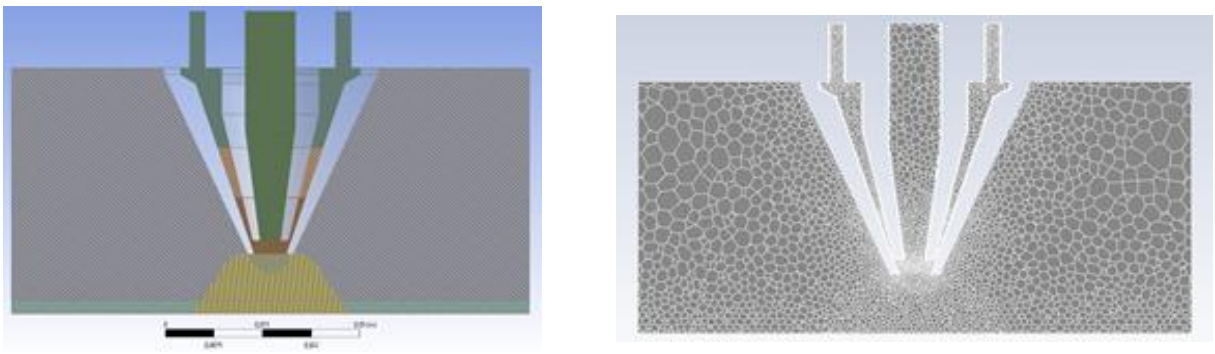
Одной из ключевых направления развития технологии ПЛВ является повышение производительности процесса, связанное с изменением способа подачи порошкового материала. В традиционных системах транспортировка порошка осуществляется газопорошковой струей, формируемой потоком инертного газа через коаксиальное сопло [1]. Однако такая струя характеризуется значительной разреженностью, что снижает эффективность захвата частиц лазерным излучением и, как следствие, уменьшает скорость наплавки.

Перспективным способом интенсификации процесса является замена газового транспортирования порошка на вибрационное ультразвуковое. В отличие от газопорошкового потока, где частицы движутся в разреженной среде, ультразвуковая подача позволяет формировать более плотный и сфокусированный порошковый поток за счет акустического воздействия на сыпучий материал. При этом ультразвуковые колебания, подводимые к соплу, обеспечивают направленное осыпание порошка, увеличивая его концентрацию в зоне лазерного воздействия.

В представленной работе разработана математическая модель, описывающая динамику порошкового потока при двух принципиально различных способах подачи материала: традиционном газопорошковом и виброакустическим ультразвуковом.

Моделирование газопорошкового потока выполнено в ANSYS Fluent на основе однофазной модели жидкости с использованием метода дискретных частиц (DPM) для описания порошковой фазы. Газодинамическая составляющая описывается системой уравнений Навье-Стокса, в то время как движение частиц моделируется в рамках лагранжева подхода с учетом их взаимодействия с газовой фазой через силы аэродинамического сопротивления, Магнуса и Саффмана [2]. Для учета влияния ультразвукового воздействия на порошковый поток реализованы осциллирующие граничные условия на стенках сопла, моделирующие акустические колебания.

На рис. 1 представлена геометрия расчетной области в ZX-сечении (а), и ее дискретизация структурированной сеткой, состоящей из многогранных элементов с произвольным количеством граней (б). На внутренних поверхностях сопла и подложке реализованы тонкие призматические элементы для корректного разрешения пограничного слоя. Количество элементов – 241474.



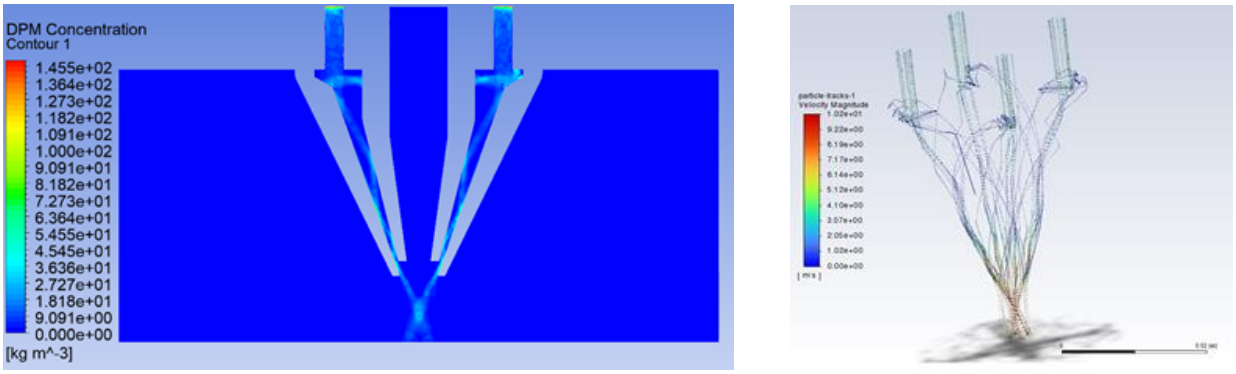
а) б)

Рис. 1. Геометрия (а) и сетка (б) расчетной области

Для газопорошкового метода транспортировки установлены следующие параметры: объемный расход газа в транспортном и защитном каналах составляет 4 л/мин, массовый расход порошкового материала равен 0.00025 кг/с.

В случае ультразвукового метода подачи принципиально исключено использование транспортного газа, при этом используется более высокий массовый расход порошка – 0.0004 кг/с. Ультразвуковое воздействие с частотой 40 кГц реализуется с помощью пьезоэлектрического излучателя Ланжевена, который создает направленные акустические колебания для эффективной транспортировки порошкового материала.

Распределение концентрации и траектории порошковых частиц в ZX-сечении расчетной области при газовом методе подачи представлено на рис. 2.



а) б)

Рис. 2. Концентрация (а) и траектории движения (б) порошковых частиц

На графике рис. 3 представлено распределение концентрации порошковых частиц вдоль оси сопла от подложки при двух методах транспортировки порошка: газовом (без УЗК) и виброакустическом (с УЗК). По оси абсцисс отложена координата вдоль оси Y в миллиметрах, а по оси ординат – концентрация частиц в кг/м³.

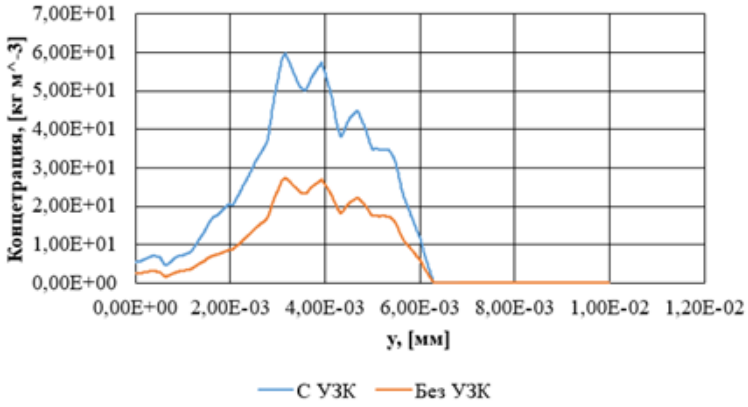


Рис. 3. Концентрации частиц вдоль оси сопла

Анализ показывает, что при использовании виброакустической подачи наблюдается существенное увеличение максимальной концентрации порошка – до 60 кг/м³ по сравнению с 25 кг/м³ при газовом способе. Это свидетельствует о более эффективной транспортировке и фокусировке частиц в зону обработки при УЗК.

Таким образом, проведенное моделирование охватывает основные аспекты процесса: формирование струи в коаксиальном сопле и транспортировку порошковых частиц в зону лазерного воздействия. Особое внимание уделено сравнительному анализу плотности потока и эффективности доставки порошка, что имеет принципиальное значение для оптимизации параметров прямого лазерного выращивания. Разработанная модель позволяет количественно оценить преимущества ультразвукового метода, заключающиеся в повышенной концентрации частиц и снижении их рассеяния.

Дальнейшие исследования в данном направлении позволят оптимизировать параметры ультразвукового воздействия и расширить производственные возможности технологии ПЛВ.

Работа выполнена за счет предоставленного в 2024 году Академией наук Республики Татарстан гранта на осуществление фундаментальных и прикладных научных работ в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан.

Источники

1. Diegel O., Nordin A., Motte D. Introduction to Additive Manufacturing / O. Diegel, A. Nordin, D. Motte // A Practical Guide to Design for Additive Manufacturing. Singapore: Springer, 2019. 236 p. DOI 10.1007/978-981-13-8281-9_1.

2. ANSYS Fluent 12.0 User's Guide. ANSYS, Inc., 2009. URL: https://www.afs.enea.it/project/neptunius/docs/fluent/html/ug/main_pre.htm.

УДК 621.791:004.896

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВЕЩЕСТВО

Чериков Айдар Русланович, Никифоров Сергей Александрович
КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия
ajdarzbs@gmail.com

Аннотация. Численное моделирование процессов тепломассообмена в многофазной системе расплава играет ключевую роль в понимании и оптимизации промышленных процессов, связанных с металлургией и аддитивным производством. Одной из основных проблем является сложность описания динамики фазового взаимодействия, теплообмена и массопереноса в расплаве. В данной работе рассмотрена математическая модель, основанная на уравнениях теплопроводности и Навье-Стокса, с учётом граничных условий и характеристик течения расплава. Для решения системы уравнений использовался программный комплекс MATLAB, позволяющий проводить численный анализ температурных и концентрационных полей в ванне расплава.

Ключевые слова: численное моделирование, тепломассообмен, MATLAB, уравнение теплопроводности, уравнения Навье-Стокса.

MATHEMATICAL MODEL OF THE EFFECT OF LASER RADIATION ON SUBSTANCE

Cherikov Aidar R., Nikiforov Sergey A.
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
ajdarzbs@gmail.com

Abstract. Numerical modeling of heat and mass transfer processes in a multiphase melt system plays a crucial role in understanding and optimizing industrial processes related to metallurgy and additive manufacturing. One of the main challenges lies in the complexity of describing the dynamics of phase interactions, heat transfer, and mass transport in the melt. This study considers a mathematical model based on the heat conduction and Navier-Stokes equations, taking into account boundary conditions and melt flow characteristics. The MATLAB software package was used to solve the system of equations, enabling numerical analysis of temperature and concentration fields in the melt bath.

Keywords: numerical modeling, heat and mass transfer, MATLAB, heat conduction equation, Navier-Stokes equations.

Численное моделирование процессов тепломассообмена в многофазных системах расплава является важной задачей современной металлургии и аддитивного производства. Эти области требуют точного контроля температурных градиентов и фазовых переходов, особенно при высокотемпературных процессах, где прямое экспериментальное наблюдение затруднено. Одной из актуальных проблем остаётся разработка надёжных математических моделей, способных описывать динамику взаимодействия фаз, процессы теплообмена и массопереноса в условиях локального теплового воздействия, таких как лазерная обработка.

Отсутствие предварительного численного моделирования в процессе аддитивного производства может привести к дефектам, таким как пористость, трещины и неоднородность структуры материала. Это обусловлено сложностью контроля динамики ванны расплава, распределения температуры и фазовых переходов во время печати. В исследовании, посвященном анализу тепломассообмена в лазерном сплавлении, было показано, что недостаток контроля над термическими градиентами может значительно ухудшить механические свойства конечного изделия, снижая его прочность и долговечность [1, 3].

В рамках данной работы была предложена математическая модель, учитывающая тепломассообмен в ванне расплава под воздействием лазерного излучения. Модель базируется на уравнении теплопроводности (1) и уравнении Навье-Стокса (2) и уравнении неразрывности (3). Введены параметры, описывающие теплофизические свойства материала, включая плотность, удельную теплоёмкость, теплопроводность и кинематическую вязкость. Для расчётов использовалась среда MATLAB, которая позволяет производить численный анализ температурных и концентрационных полей в расплаве с учётом граничных условий и источников тепла.

Математическая модель. Для описания тепловых и гидродинамических процессов в расплаве под действием локального источника тепла применяется система уравнений, включающая:

$$\rho(\mathrm{T})\mathrm{C_p}(\mathrm{T})\left(\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \mathrm{t}} + \vec{\mathrm{u}} \cdot \nabla \mathrm{T}\right) = \nabla \mathrm{k}(\mathrm{T}) \cdot \nabla \mathrm{T} + \mathrm{Q}, \qquad (1)$$

где ρ – плотность материала, C_p – удельная теплоемкость, T – скалярное поле температуры, $\vec{u}$ – векторное поле скорости, k – коэффициент теплопроводности, ∇ – оператор Набла, Q – объемный источник теплоты.

$$\frac{\partial \vec{\mathrm{u}}}{\partial \mathrm{t}} = -(\vec{\mathrm{u}} \cdot \nabla)\vec{\mathrm{u}} - \frac{1}{\rho}\nabla \mathrm{p} + \nu \Delta \vec{\mathrm{u}} + \vec{\mathrm{f}}, \qquad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{\mathrm{u}} = 0, \tag{3}$$

где ρ – плотность материала, $\vec{\mathrm{u}}$ – векторное поле скорости, ∇ – оператор Набла, t – время, Δ – оператор Лапласа, ν – кинематическая вязкость, p - давление, $\vec{\mathrm{f}}$ – массовые силы.

Уравнение неразрывности (условие несжимаемости жидкости) (3). Это означает, что скорость дивергенции нулевая, что справедливо для несжимаемых жидкостей.

Расчётная область. Расчётная область представляет собой двумерную прямоугольную пластину размером 14×14 мм, разбиение которой осуществляется на равномерную сетку, состоящую из 50×50 ячеек. Пространственное разрешение определяется величиной ячейки $h = L / N$, где L = 14 мм и N = 50. Такое приближение позволяет эффективно описывать распределение температуры и потоков в пределах тонкого слоя материала при локализованном нагреве.

Граничные условия. На верхней части материала задается граничное условие теплового потока, являющегося суммой тепловых потоков лазерного излучения, заданного гауссовым распределением, конвективной и радиационной теплоотдачи:

$$\vec{\mathrm{q}} = -\mathrm{k}\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \vec{\mathrm{n}}} = \vec{\mathrm{q}}_{\mathrm{L}} + \vec{q}_{\mathrm{rad}} + \vec{\mathrm{q}}_{\mathrm{conv}}\,, \tag{4}$$

$$q_l = \frac{P}{S} \cdot a_L \exp\left(-b_L \cdot \frac{(\mathrm{x} - x_c)^2}{\mathrm{r}^2}\right), \tag{4.1}$$

$$q_{rad} = -(1-\eta)\sigma_B(T^4 - T_0^4), \tag{4.2}$$

$$q_{conv} = -h_c(T - T_0), \tag{4.3}$$

где $\vec{n}$ – вектор нормали к поверхности, $\vec{q}_l$ – тепловой поток лазерного излучения, $\vec{q}_{rad}$ – радиационная теплоотдача, $\vec{q}_{conv}$ – конвективная теплоотдача h_c – коэффициент конвекции, T_0 – температура внешней среды, σ_B – постоянная Стефана-Больцмана, P – мощность лазера, S – площадь пятна лазера, a_L и b_L – коэффициенты, определяющие форму пятна, r – радиус области воздействия лазера, x_c - координата центра пятна лазера

На нижней границе задается фиксированная температура $T_b = 300K$ – нижняя сторона пластины поддерживается в изотермическом состоянии, что обеспечивает стабильный приток или отток тепла через эту сторону.

На правой и левой границах пластины задаются теплоизолированные условия, что означает отсутствие теплового потока через эти стороны. Такие условия описываются граничным условием второго рода (условие Неймана) и математически выражаются следующим образом:

$$q = \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \vec{\mathrm{n}}} = 0 \qquad (5)$$

Результаты. На рис.1 представлены графики распределения температуры, динамики температуры в точке воздействия лазера, а также зависимости удельной теплоемкости от времени. Данные графики позволяют анализировать процесс теплового воздействия на пластину и изменение свойств материала в условиях локального нагрева.

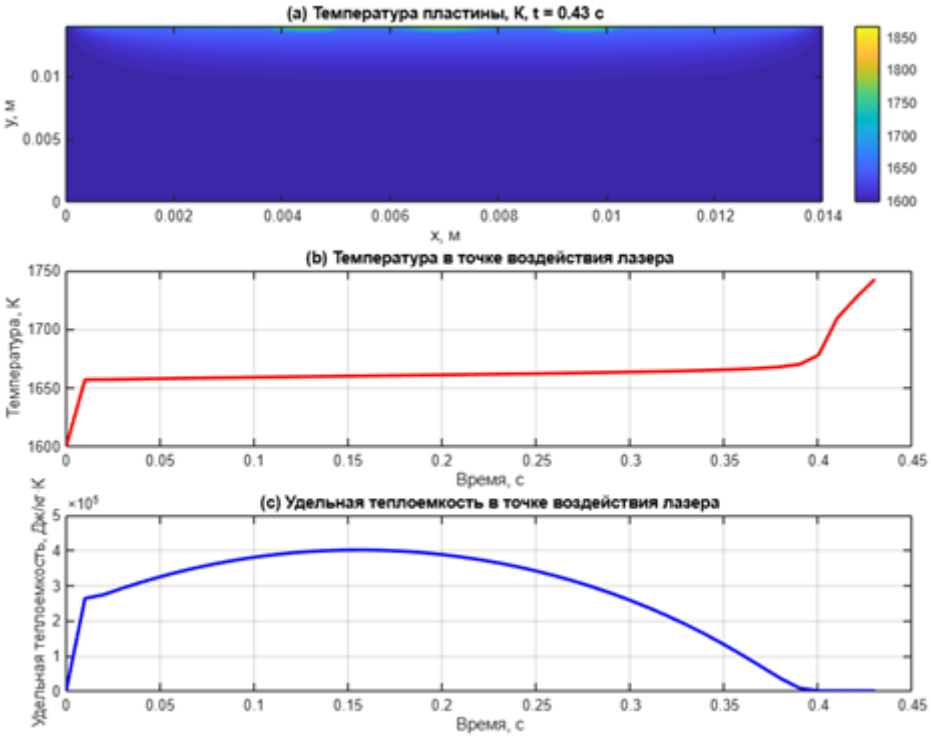


Рис. 1. Процесс плавления и распределение температуры во времени: a) Распределение температуры на пластине, b) Температура в точке воздействия лазера, c) Удельная теплоемкость в точке воздействия лазера

На графике (a) представлено распределение температуры по поверхности пластины, возникающее в результате локального воздействия лазерного излучения. Наибольшие температуры сосредоточены в центральной зоне (b), непосредственно под областью фокусировки луча, в то время как к периферии температура плавно убывает. Это свидетельствует о характерной для подобных задач радиальной теплопередаче, при которой тепло распространяется от области интенсивного нагрева к холодным краям материала. Временное изменение температуры в центре зоны облучения показывает, что в начальный

момент происходит резкий скачок, за которым следует этап относительной стабилизации температурного режима. Однако к концу временного промежутка вновь наблюдается рост температуры, что указывает на увеличение мощности лазерного излучения или на накопление тепла в ограниченном объёме. Параллельно с этим, изменение удельной теплоёмкости (c) материала во времени отражает процессы, происходящие в структуре материала. В начальной стадии теплоёмкость увеличивается, что связано с фазовыми превращениями и необходимостью дополнительного поглощения энергии. После достижения максимума наблюдается её снижение, соответствующее завершению фазовых переходов и установлению нового теплового равновесия в материале.

Результаты численного моделирования демонстрируют динамику распределения температуры в материале при воздействии лазера. Построены графики изменения температуры на поверхности пластины, температурной эволюции в точке нагрева, а также временной зависимости удельной теплоёмкости. Полученные данные позволяют сделать вывод о неравномерности прогрева и важности точного контроля над интенсивностью теплового воздействия. Выявлено, что изменение параметров нагрева существенно влияет на фазовые переходы и может привести к структурным дефектам при недостаточной точности.

Таким образом, численное моделирование тепломассообменных процессов в многофазной среде под действием лазера является эффективным инструментом для оптимизации производственных процессов. Разработанная модель позволяет не только повысить точность управления параметрами печати, но и способствует сокращению числа производственных дефектов. Это особенно актуально для высокотехнологичных отраслей, где качество изделий критически важно. Внедрение подобных подходов в промышленную практику может существенно повысить устойчивость и экономичность аддитивных и металлургических технологий.

Источники

1. Металлы. Numerical Modelling of Heat and Mass Transfer during Laser Melting of Nickel Superalloys / A. V. Shishkin, D. A. Shabalkin, I. V. Solovyev, et al. // Metals, 2023.

2. Liu, J., Chen, W., Huang, H., et al. Numerical Study of Laser Powder Bed Fusion Process for Additive Manufacturing of Metal Parts // Journal of Manufacturing Processes, 2022.

3. Han, X., Zhang, L., Li, X., et al. Simulation and Optimization of Heat Transfer and Microstructure in Laser Melting of Metal Powders // Journal of Materials Processing Technology, 2021.

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

УДК 621-313.3

ГРАФОВАЯ МОДЕЛЬ АГЕНТА ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ВСТРЕЧ: ИНТЕГРАЦИЯ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ОГРАНИЧЕНИЯХ

Агафонов Антон Александрович
ФГБУН «СПб ФИЦ РАН», г. Санкт-Петербург, Россия
agafonov.a@spcras.ru

Аннотация. В статье предложена графовая модель агента для интеллектуального планирования встреч, интегрирующая большие языковые модели и методы программирования в ограничениях. Большие языковые модели используются для генерации формальных ограничений на основе естественно-языковых запросов пользователя, а методы программирования в ограничениях – для поиска временных слотов, максимизирующих удовлетворение заданных ограничений. Результаты оценки предложенного подхода демонстрируют его высокую точность при планировании встреч, однако требуется дальнейшее исследование для более сложных сценариев принятия решений.

Ключевые слова: большие языковые модели, программирование в ограничениях, поддержка принятия решений, LangGraph, агенты ИИ, планирование встреч, обработка естественного языка, интеллектуальные системы.

A GRAPH-BASED AGENT MODEL FOR MEETING SCHEDULING: INTEGRATING LARGE LANGUAGE MODELS AND CONSTRAINT PROGRAMMING

Agafonov Anton Alexandrovich
SPC RAS, Saint-Petersburg, Russia
agafonov.a@spcras.ru

Abstract. This paper proposes a graph-based agent model for intelligent meeting scheduling that integrates large language models and constraint programming methods. Large language models are used to generate formal constraints based on natural-language user queries, and constraint programming techniques are used to find time slots that maximize the satisfaction of given constraints. The evaluation results of the proposed approach demonstrate its high accuracy in meeting scheduling, but further research is required for more complex decision-making scenarios.

Keywords: large language models, constraint programming, decision support, LangGraph, AI agents, meeting scheduling, natural language processing, intelligent systems.

Современные интеллектуальные системы поддержки принятия решений играют важную роль в различных областях, где требуется анализировать предпочтения пользователей и находить оптимальные решения. Однако пользователи зачастую не обладают заранее сформулированными требованиями и корректируют их в ходе взаимодействия с системой. В этом контексте перспективным является агентный подход, который позволяет строить динамические, интерактивные системы, адаптирующиеся к изменениям пользовательских предпочтений.

Одним из наиболее мощных инструментов для реализации подобных систем являются большие языковые модели (БЯМ), которые способны не только интерпретировать естественно-языковые запросы пользователей, но и переводить их в формализованные ограничения. При этом для нахождения оптимальных решений могут использоваться методы программирования в ограничениях [1].

Важным вызовом в таких системах является организация эффективного процесса взаимодействия между пользователем, языковой моделью и механизмами оптимизации. Для этого в данной работе предлагается графовая модель агента на основе LangGraph [2], которая позволяет формализовать процесс принятия решений в виде узлов и связей между ними. В качестве примера рассматривается задача интеллектуального планирования встреч, однако подобный подход к построению систем может быть распространен и для более сложных сценариев принятия решений.

Генерация ограничений. Важной частью интеллектуального планирования встреч является способность системы воспринимать и обрабатывать запросы пользователей. В рассматриваемом подходе этот процесс реализуется с использованием БЯМ, которая позволяет анализировать вводимые пользователем ограничения на естественном языке и преобразовывать их в программные конструкции (например, на языке программирования Python), которые затем используются в процессе оптимизации расписания. Промпт, используемый для генерации ограничений приводится на рис. 1, где *request* представляет собой запрос пользователя на естественном языке.

```
prompt = f"""
Ты — AI для генерации Python-функций, задающих ограничения на время.
Преобразуй запрос в функцию, принимающую t (объект datetime.time) и возвращающую True, если время соответствует условию.
Примеры:
- 'не раньше 10 утра' -> def constraint_func(t): return t.hour >= 10
- 'не позднее 15:30' -> def constraint_func(t): return t.hour < 15 or (t.hour == 15 and t.minute <= 30)
- 'после 16' -> def constraint_func(t): return t.hour > 16 or (t.hour == 16 and t.minute > 0)
- 'до 12' -> def constraint_func(t): return t.hour < 12
- 'в 11:00' -> def constraint_func(t): return t.hour == 11 and t.minute == 0
Отвечай только кодом функции без пояснений и лишнего текста.
Запрос: {request}
"""
```

Рис. 1. Промпт для генерации ограничений

Сформированные ограничения добавляются в единый список, позиция в котором определяет вес ограничения. Так, если некоторое ограничение находится в начале списка, то оно имеет наибольший вес относительно других. Вес i-го ограничения определяется как 2^{n-i}, где n – общее число ограничений.

Ограничение добавляется в начало списка в том случае, если оно имеет высокий приоритет, иначе – в конец списка. Приоритет ограничения (высокий или низкий) определяется с помощью регулярных выражений, включающих ключевые слова, характеризующие каждый из приоритетов. Например, для высокого приоритета характерны такие слова, как «должно», «обязательно», «строго»; в то время как для низкого – «желательно», «по возможности», «хорошо бы» и т. д. При отсутствии ключевых слов ограничению присваивается высокий приоритет.

Постановка задачи оптимизации. Формально задача планирования встреч заключается в поиске такого временного слота t^*, который максимизирует удовлетворенность пользователей, определяемую взвешенной суммой выполненных ограничений.

Пусть T – множество возможных временных слотов, $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ – набор ограничений, w_i – вес (приоритет) каждого ограничения f_i. Тогда оптимальное время t^* может быть определено по следующей формуле:

$$t^* = \arg\max_{t \in T} \sum_{i=1}^{n} w_i f_i(t), \quad (1)$$

где $f_i(t)$ принимает значение 1, если ограничение выполняется, и 0 – в противном случае.

Алгоритм поиска сначала вычисляет оценку каждого временного слота как сумму весов ограничений, которым слот удовлетворяет. Затем выбирается начальный слот с максимальной оценкой, после чего последующие варианты подбираются с учетом максимизации логарифмической разницы между уже отобранными слотами. Такой подход позволяет предоставлять пользователям несколько разнообразных альтернатив.

Модель агента. В основе работы агента лежит графовая модель, реализованная с использованием LangGraph [2], которая обеспечивает маршрутизацию между различными узлами и гарантирует, что после каждого шага выполняется корректное действие. Состояние агента включает: запрос пользователя, следующий узел (действие), доступные временные слоты.

Граф состоит из нескольких узлов, каждому из которых соответствует конкретная функция (см. рис. 2). Функция, соответствующая узлу *intent_classifier*,

определяет намерение пользователя с помощью модели *GPT-4o mini* (температура – 0), которая возвращает ответ в виде наименования одного из возможных действий (добавление ограничения, изменение приоритета ограничения, удаление ограничения). Наименование этого действия записывается в соответствующую переменную состояния агента. Чтобы гарантировать выполнение только одного действия, в LangGraph используются условные ребра, которые считывают следующий узел из переменной состояния и передают ему управление.

Функция, соответствующая узлу *add_constraint*, добавляет новое ограничение в систему, а затем передает управление узлу *generate_suggestion*, который запускает алгоритм поиска временных слотов, после чего результирующие варианты времени сохраняются в переменную состояния агента и предоставляются пользователю.

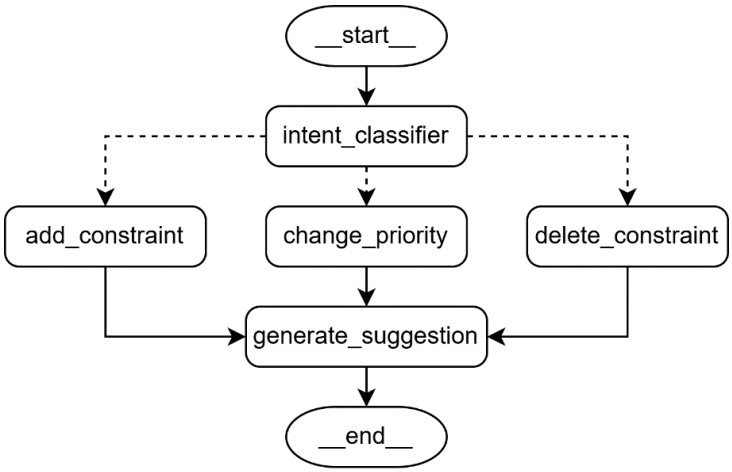


Рис. 2. Графовая модель агента

Оценка учета предпочтений. Для количественной оценки качества работы БЯМ при выявлении предпочтений, в частности – при генерации функций-ограничений, был разработан набор данных, содержащий 100 пользовательских запросов на естественном языке и соответствующие им функции-ограничения с эталонным поведением.

Запросы были сгенерированы при помощи модели *GPT-3.5 Turbo* (температура – 0.5). Промпт содержал следующие требования: сгенерировать 100 запросов о времени встречи; указать конкретное время в каждом запросе; использовать различные стили формулировок; выводить каждый запрос с новой строки. Затем для каждого полученного запроса была вручную сформирована функция-ограничение с эталонным поведением.

Оценка генерации функций-ограничений осуществлялась с использованием следующих метрик:

- Компиляция – отношение числа успешно скомпилированных функций к общему числу сгенерированных функций;

• Точность – доля временных слотов, которые функция правильно идентифицировала как удовлетворяющие предпочтению;

• Полнота – доля временных слотов, соответствующих предпочтению, которые функция правильно идентифицировала как удовлетворяющие этому предпочтению.

Временные слоты были сформированы с шагом 15 минут в интервале с 08:00 до 18:00. Для генерации функций-ограничений рассматривались три модели: *Сайга/MistralNemo 12B*, *GPT-4o mini*, *Qwen2.5 Coder 32B Instruct*. Значение температуры во всех случаях принималось равным нулю, чтобы повысить детерминированность генерации. Доступ ко всем моделям осуществлялся по API, предоставленный сервисом VseGPT [3]. Результаты оценки приведены в табл. 1. Можно видеть, что *GPT-4o mini* и *Qwen2.5 Coder 32B Instruct* обеспечивают надежную компиляцию (1.00), тогда как у *Сайга/MistralNemo 12B* этот показатель оказывается ниже (0.97). При этом *Qwen2.5 Coder 32B Instruct* демонстрирует практически идеальное соответствие эталону, что подтверждает перспективность данного подхода к выявлению предпочтений.

Таблица 1. Качество генерации функций-ограничений

Модель	Компиляция	Точность	Полнота
Сайга/MistralNemo 12B	0.970	0.902	0.949
GPT-4o mini	1.000	0.960	0.980
Qwen2.5 Coder 32B Instruct	1.000	0.998	1.000

Предложенная графовая модель агента демонстрирует высокую точность и практическую применимость в задаче планирования встреч, эффективно обрабатывая естественно-языковые запросы. Однако для решения более сложных задач принятия решений, учитывающих множество факторов, необходимы дальнейшие исследования.

Источники

1. Lawless C. et al. «I Want It That Way»: Enabling Interactive Decision Support Using Large Language Models and Constraint Programming // ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems. – 2024. – Т. 14. – №. 3. – С. 1-33.

2. Официальный сайт LangGraph [Электронный ресурс]. https://www.langchain.com/langgraph (дата обращения: 24.03.25).

3. VseGPT [Электронный ресурс]. https://vsegpt.ru/ (дата обращения: 24.03.25).

УДК 61:004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Абдыев Джумамухаммет Рахманович, Чарыева Мерджен Тачназаровна
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
abdyyewjuma@gmail.com

Аннотация. Искусственный интеллект (ИИ) прочно входит в систему здравоохранения, трансформируя диагностику, лечение, управление данными и организацию медицинских услуг. В статье рассматриваются современные технологии ИИ, практические примеры их применения, возникающие вызовы и перспективы дальнейшего развития. Особое внимание уделяется этическим, юридическим аспектам и проблемам качества данных, необходимых для корректного функционирования алгоритмов.

Ключевые слова: телемедицина, диагностика, технология, лечение, консультация.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HEALTHCARE

Abdyyev Jumamuhammet Rahmanovich, Charyyeva Merjen Tachnazarovna
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
abdyyewjuma@gmail.com

Abstract. Artificial intelligence (AI) is firmly entering the healthcare system, transforming diagnostics, treatment, data management, and the organization of medical services. The article examines modern AI technologies, practical examples of their application, emerging challenges, and prospects for further development. Particular attention is paid to ethical, legal aspects, and data quality issues necessary for the correct functioning of algorithms.

Keywords: telemedicine, diagnostics, technology, treatment, consultation.

За последние годы наблюдается стремительное развитие методов машинного обучения и обработки больших данных, что существенно влияет на эффективность медицинской практики. Внедрение ИИ в здравоохранение открывает новые возможности в диагностике, планировании лечения и управлении медицинскими ресурсами. Однако, наряду с положительными эффектами, интеграция данных технологий сталкивается с рядом технических, этических и организационных вызовов, требующих комплексного междисциплинарного подхода.

Машинное обучение и глубокие нейронные сети.

Современные алгоритмы глубокого обучения способны анализировать изображения, генетические данные и электронные медицинские записи, что позволяет улучшать диагностику заболеваний, таких как онкологические патологии, заболевания сердечно-сосудистой системы и неврологические

нарушения; прогнозировать эффективность лечения с учётом индивидуальных особенностей пациента [1]. Примером является использование сверточных нейронных сетей для автоматизированного анализа рентгеновских снимков и МРТ, что помогает выявлять патологические изменения на ранних стадиях заболевания.

Обработка естественного языка (NLP).

Применение NLP-технологий в медицинских системах позволяет:

– автоматически извлекать информацию из неструктурированных данных, таких как клинические записи и публикации в медицинской литературе;

– составлять сводки медицинских исследований для поддержки принятия клинических решений [2].

Такие системы значительно сокращают время анализа данных и помогают врачам быстро ориентироваться в объёмах современной медицинской информации.

Роботизированные системы и автоматизация.

Робототехнические комплексы, управляемые ИИ, находят применение в:

– хирургии, где роботы обеспечивают высокую точность и минимизацию рисков для пациента;

– реабилитационных процессах, помогая проводить тренировки и оценивать динамику восстановления пациента.

Эти системы позволяют снизить вероятность человеческих ошибок и оптимизировать использование медицинских ресурсов.

Телемедицина и системы поддержки принятия клинических решений.

Интеграция ИИ в телемедицинские сервисы улучшает доступ к качественной медицинской помощи в удалённых регионах. Системы поддержки принятия решений анализируют историю болезни, результаты лабораторных исследований и генетические данные, предлагая врачам оптимальные варианты лечения.

Улучшение точности и скорости диагностики.

ИИ-системы способны анализировать многомерные данные, выявляя тонкие паттерны, что помогает:

– раннему обнаружению заболеваний, таких как рак, диабет и сердечно-сосудистые нарушения;

– снижению вероятности диагностических ошибок за счет поддержки врачей;

Индивидуализация терапии на основе данных пациента позволяет:

– разрабатывать более точные и адаптивные лечебные планы;

– оптимизировать дозировки лекарств и минимизировать побочные эффекты.

Автоматизация рутинных задач (например, обработка данных, составление отчетов) способствует:

– снижению административной нагрузки на медицинский персонал.

– более быстрому принятию решений и рациональному использованию ресурсов.

Телемедицинские системы и мобильные приложения на базе ИИ обеспечивают:

– быстрый доступ к консультациям специалистов;

– мониторинг состояния пациентов в режиме реального времени, что особенно актуально для жителей отдалённых регионов.

Использование ИИ в медицине вызывает вопросы, связанные с:

– конфиденциальностью и безопасностью персональных данных.

– ответственностью за ошибки алгоритмов, что требует разработки нормативных актов и стандартов.

– риском дискриминации, если алгоритмы обучены на нерепрезентативных данных.

Качество данных.

Эффективность ИИ напрямую зависит от качества исходных данных. Проблемы включают:

– недостаток данных для редких заболеваний;

– возможное наличие ошибок в исторических записях, что влияет на обучение алгоритмов.

Внедрение новых технологий требует:

– модернизации IT-инфраструктуры медицинских учреждений;

– обучения медицинского персонала для работы с новыми системами;

– решения вопросов совместимости между различными информационными системами.

Финансовые и организационные барьеры.

Внедрение ИИ-технологий требует значительных инвестиций, а также: разработки эффективных бизнес-моделей, обеспечения устойчивого финансирования на всех этапах интеграции [3].

Развитие алгоритмов и методов обучения.

Будущие исследования будут направлены на:

– создание гибридных моделей, объединяющих различные подходы ИИ для повышения точности диагностики [4];

– разработку алгоритмов, способных учитывать этические и юридические аспекты уже на этапе обучения.

Интеграция искусственного интеллекта в систему здравоохранения открывает значительные перспективы для повышения качества диагностики, персонализации лечения и оптимизации работы медицинских учреждений. В то

же время, успешная имплементация технологий ИИ требует решения ряда вызовов, связанных с качеством данных, этическими нормами, правовыми аспектами и необходимостью модернизации инфраструктуры. Будущие исследования, междисциплинарное сотрудничество и международные стандарты станут залогом эффективного и безопасного использования ИИ в медицине, что приведет к значительному улучшению качества жизни населения.

Источники

1. Topol, E. J. Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again // Basic Books, Inc. 2019. 400 p.
2. Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R.A., Ko, J., Swetter, S.M., Blau, H.M., Thrun S. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks // Nature, 2017. 542. Pp. 115–118.
3. Rajpurkar, P., Irvin, J., Zhu, K., et al. (2017). CheXNet: Radiologist-level pneumonia detection on chest X-rays with deep learning // eprint arXiv:1711.05225. 2017. 7 pp.
4. Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C., & Mullainathan, S. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. Science, 366(6464), Pp. 447–453.

УДК 004.93

СВЕРТОЧНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ БУКВ АНГЛИЙСКОГО АЛФАВИТА

Алексеева Ангелина Алексеевна, Катасёва Дина Владимировна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
angelina_alekseeva_2019@mail.ru, 415pisarevadv@mail.ru

Аннотация. Решается задача разработки сверточной нейросетевой модели для распознавания рукописных букв английского алфавита. Разработка модели потребовала подготовки обучающей и тестовой выборок данных, построения архитектуры сверточной нейросетевой модели, обучения и тестирования модели, а также оценки результатов моделирования. В качестве данных для моделирования использован набор EMNIST из общедоступного источника Kaggle. Сформированы обучающая и тестовая выборки. Произведено построение и обучение сверточной нейросетевой модели в среде Matlab. Точность модели на тестовой выборке данных составила 92%. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности модели и возможности ее практического использования.

Ключевые слова: сверточная нейронная сеть, нейросетевое моделирование, рукописные буквы, английский алфавит, распознавание символов.

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MODEL FOR RECOGNITION OF HANDWRITTEN LETTERS OF THE ENGLISH ALPHABET

Alekseeva Angelina Alekseevna, Kataseva Dina Vladimirovna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
angelina_alekseeva_2019@mail.ru, 415pisarevadv@mail.ru

Abstract. The problem of developing a convolutional neural network model for recognizing handwritten letters of the English alphabet is solved. The development of the model required the preparation of training and test data samples, construction of the architecture of the convolutional neural network model, training and testing of the model, and evaluation of the modeling results. The EMNIST dataset from the publicly available Kaggle source was used as data for modeling. Training and test samples were formed. The convolutional neural network model was built and trained in the Matlab environment. The accuracy of the model on the test data sample was 92%. The obtained results indicate the effectiveness of the model and the possibility of its practical use.

Keywords: convolutional neural network, neural network modeling, handwritten letters, English alphabet, character recognition.

В настоящее время одной из актуальных задач, решаемых с помощью нейронных сетей [1-3], является распознавание изображений [4-6]. Распознавание рукописных символов, в частности букв английского алфавита, актуально для автоматизации процессов обработки текстовой информации в системах электронного обучения, при биометрической аутентификации и в других прикладных областях.

Традиционные методы оптического распознавания символов [7], основанные на правилах и статистических моделях, уступают место более гибким сверточным нейросетевым моделям [8-11], которые позволяют эффективно решать различные задачи благодаря своей способности обучаться на больших объемах данных и выявлять в них сложные закономерности.

Разработка сверточной нейросетевой модели потребовала реализации следующих этапов [12]:

- подготовки обучающей и тестовой выборок данных;
- построения архитектуры сверточной нейросетевой модели;
- обучения и тестирования модели;
- оценки результатов моделирования.

Построение и последующее тестирование модели проведено в среде Matlab. В качестве данных для построения модели использован общедоступный расширенный набор данных EMNIST с платформы Kaggle [13], состоящий из 88800 изображений рукописных английских букв, представленных в черно-белом формате размером 28x28 пикселей.

На первом этапе данные загружались из CSV-файла, после чего они были разделены на метки и пиксели изображений. Пиксели изображений преобразовывались в формат 28x28x1 и нормализовались, чтобы значения находились в диапазоне от 0 до 1. Метки изображений преобразовывались в категориальный формат для работы модели с 26 классами, соответствующими буквам английского алфавита от A до Z.

Архитектура модели включала несколько слоев. Входной слой принимал изображения и передавал их в первый сверточный слой, который содержал 16 фильтров размером 3x3 с использованием нулевого дополнения (padding='same'). Это позволило сохранить размерность входного изображения, что важно для дальнейшей обработки. После первого сверточного слоя применялся слой пакетной нормализации для нормализации выходных данных, ускорения процесса обучения и улучшения стабильности модели. Далее следовал слой активации ReLU для ввода нелинейности в модель, позволяя ей обучаться более сложным закономерностям. После этого использовался слой максимального пуллинга с размером окна 2x2 и шагом 2, что уменьшало размерность выходных данных и выделяло наиболее значимые признаки, предотвращая переобучение.

Второй сверточный слой содержал 32 фильтра размером 3x3 с нулевым дополнением. Этот слой извлекал более сложные признаки из изображений. Затем снова применялся слой пакетной нормализации и активации ReLU для улучшения процесса обучения. Второй слой максимального пуллинга также уменьшал размерность выходных данных.

Далее находился полносвязный слой, который содержал 26 нейронов, соответствующих классам букв от A до Z. Этот слой формировал окончательные представления для классификации на основе извлеченных признаков. Завершал архитектуру слой Softmax, который выполнял окончательную классификацию, выдавая вероятности принадлежности изображения к каждому из классов.

Для обучения использовался оптимизатор Adam с начальной скоростью обучения 0.001 и максимальным количеством эпох, равным 10. Размер пакета был установлен на уровне 64, что обеспечило баланс между скоростью обучения и качеством обновлений весов. Обучение модели осуществлялось с помощью функции trainNetwork. Каждая эпоха обучения включала в себя расчет потерь, что позволяло отслеживать эффективность работы модели.

После завершения обучения модель была протестирована на тестовом наборе данных для оценки ее производительности с помощью функции classify, которая определяет классы для тестовых изображений. Точность модели после обучения составила 92%.

На рисунке 1 представлена матрица ошибок для построенной модели.

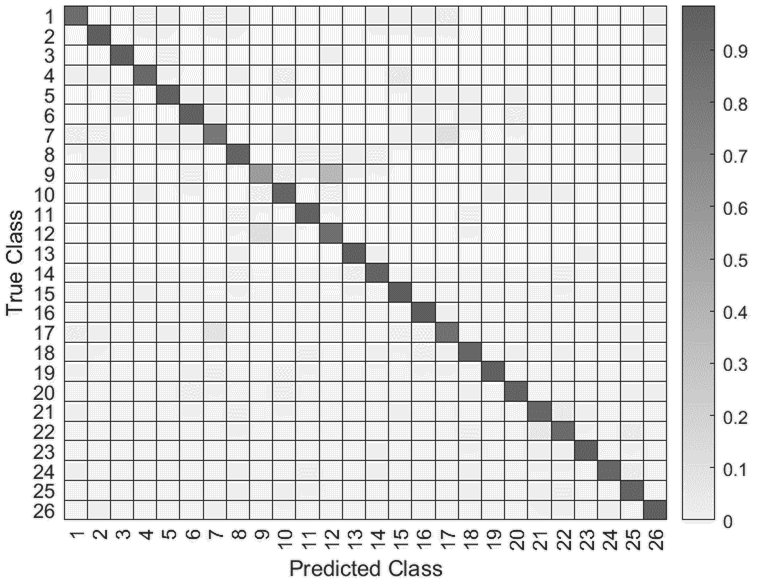


Рис. 1. Матрица ошибок нейросетевой модели

Исходя из построенной матрицы ошибок можно сделать вывод, что у нейросетевой модели возникают трудности с распознаванием букв «i» и «l», поскольку эти буквы очень похожи и, из-за разных почерков и небольших шумов становится невозможным правильно распознать конкретную букву.

Анализ правильно и неправильно классифицированных изображений позволил выявить, с какими типами букв модель справлялась хуже всего и в каких случаях допускала ошибки: большинство ошибок происходило в случае распознавания букв, имеющих схожую форму, например, «O» и «Q» или «i» и «l». Это также может быть связано с недостаточной обученностью модели на таких примерах или с особенностями изображений (например, нечеткие границы, недостаточная контрастность).

Для проверки устойчивости модели к внешним искажениям было проведено исследование, включающее добавление случайного гауссовского шума к изображениям из тестовой выборки данных. Шум добавлялся для моделирования реальных условий, в которых данные были искажены из-за плохого качества изображений, засветов или других факторов. После добавления гауссовского шума точность классификации снизилась с 92% до 88,27%, что свидетельствует о том, что модель сохраняет относительно высокую точность, несмотря на наличие сильно зашумленных данных.

Таким образом, разработанная модель распознавания рукописных букв английского алфавита продемонстрировала хорошие результаты на тестовых данных. Несмотря на определенное снижение точности при добавлении шума или искажений, модель осталась достаточно точной и универсальной. Это свидетельствует о хорошем уровне ее обобщающей способности.

Перспективы дальнейшего исследования включают улучшение модели с помощью более сложных архитектур и дополнительных методов, таких как использование трансформеров [14] или генеративных моделей [15] для аугментации данных [16]. Также возможна оптимизация модели для работы в реальных приложениях, таких как мобильные устройства или системы автоматического распознавания текста [17].

Источники

1. Svetunkov S.G. Polynomial Networks Instead of Neural Networks // Technoeconomics. 2024. Т. 3. № 3 (10). С. 57-71.

2. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Редукция нейросетевых моделей на основе метода двухэтапной генетической оптимизации // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 71-75.

3. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс определения функционального состояния человека // Автоматизация процессов управления. 2017. № 3 (49). С. 88-95.

4. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.

5. Шлеймович М.П., Дагаева М.В., Катасёв А.С., Ляшева С.А., Медведев М.В. Анализ изображений в системах управления беспилотными автомобилями на основе модели энергетических признаков // Компьютерные исследования и моделирование. 2018. Т. 10. № 3. С. 369-376.

6. Нургалиев Б.Х., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания изображений типа Captcha // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 104-107.

7. Костин В.Д., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Мобильная система распознавания символов японского языка // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 9. С. 141-149.

8. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.

9. Пырнова О.А., Кузнецов М.Г., Никоноров Д.П. Использование сверточной нейронной сети для выявления заболеваний растений // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 369-372.

10. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.

11. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

12. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С., Шалаева Д.В. Нейросетевая технология анализа транспортных потоков в автоматизированных системах управления дорожным движением // Программная инженерия. 2023. Т. 14. № 10. С. 513-519.

13. Карпова А.Е. Kaggle - платформа для анализа данных // Вестник магистратуры. 2018. № 12-4 (87). С. 48-49.

14. Timashov A. Graph Transformers // Universum: технические науки. 2025. № 1-6 (130). С. 31-39.

15. Тюрин И.С. Генеративные нейронные сети и их применение в сфере IT // Вестник магистратуры. 2024. № 5-4 (152). С. 4-6.

16. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Аугментация данных и построение нейросетевых моделей распознавания рукописных символов в системах биометрической аутентификации // Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 3. С. 366-371.

17. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Литинский М.С. Сверточная нейросетевая модель распознавания рукописных математических выражений // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 6. С. 123-127.

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ИЗУЧЕНИИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

Алемасов Евгений Павлович, Артамонова Екатерина Валерьевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
alemasov.evgeniy@mail.ru

Аннотация. В настоящее время искусственный интеллект (ИИ) становится ключевым инструментом в образовании, изменяя подходы изучению различных предметов. В данной работе рассматриваются современные подходы к изучению английского языка с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ). Проведён сравнительный анализ традиционных методов обучения и инновационных решений на основе ИИ, а также выделены его основные преимущества.

Ключевые слова: искусственный интеллект, английский язык, адаптивное обучение, нейронные сети, геймификация, персонализация.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENGLISH LANGUAGE LEARNING

Alemasov Evgeny Pavlovich, Artamonova Ekaterina Valerievna
KSPEU, Kazan, Russia
alemasov.evgeniy@mail.ru

Abstract. Artificial intelligence (AI) is currently becoming a key tool in education, changing approaches to learning various subjects. This paper examines modern approaches to learning English using artificial intelligence (AI) technologies. A comparative analysis of traditional teaching methods and innovative AI-based solutions is conducted, and its main advantages are highlighted.

Keywords: artificial intelligence, English language, adaptive learning, neural networks, gamification, personalization.

Изучение английского языка является важным элементом современного образования, обеспечивающим доступ к международным коммуникациям, научным исследованиям и профессиональным возможностям. Однако традиционные методы обучения, такие как аудиторные занятия, учебники и аудиокурсы, зачастую не учитывают индивидуальные особенности обучающихся, что снижает их эффективность [1,2]. В связи с этим актуальным становится внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ), которые позволяют персонализировать процесс обучения, повысить его доступность и результативность.

Традиционные методы изучения английского языка, несмотря на их широкое распространение, имеют ряд ограничений. К ним относятся стандартизация учебных программ, отсутствие мгновенной обратной связи и высокая стоимость индивидуальных занятий с преподавателем. В то же время технологии ИИ предлагают инновационные решения, которые устраняют эти недостатки [1]. Ниже представлена таблица, в которой сравниваются традиционные методы обучения и обучение с использованием технологий на основе ИИ.

Таблица 1. Сравнение традиционных методов обучения и технологий на основе ИИ

Аспект	Традиционные методы	ИИ-технологии
Персонализация	Обучение часто стандартизировано, без учёта индивидуальных особенностей.	Программы адаптируются под уровень, темп и цели ученика.
Обратная связь	Преподаватель может исправлять ошибки, но не всегда мгновенно	Мгновенная обратная связь по произношению, грамматике и лексике.
Доступность	Занятия с преподавателем могут быть дорогими и требовать времени.	Доступ 24/7 через приложения и онлайн-платформы.
Практика речи	Ограничена временем занятий и доступностью преподавателя.	Чат-боты и виртуальные помощники позволяют практиковать речь в любое время.
Мотивация	Зависит от преподавателя и личной дисциплины.	Геймификация и интерактивные элементы повышают вовлечённость.

Таким образом, ИИ-технологии преодолевают ключевые ограничения традиционных методов, обеспечивая гибкость, доступность и высокую эффективность обучения.

Использование ИИ в изучении английского языка представляет собой качественно новый этап в образовании. Вот несколько аспектов, которые подчёркивают его новизну:

– Адаптивное обучение. ИИ анализирует данные о прогрессе ученика и автоматически корректирует программу, что невозможно в традиционных классах [3];

– Искусственные нейронные сети. Современные системы, такие как ChatGPT, используют глубокое обучение для понимания контекста и генерации естественных ответов, что делает взаимодействие с учеником более реалистичным;

– Глобальная доступность. ИИ-платформы позволяют изучать язык людям из любой точки мира, независимо от их финансовых возможностей или местоположения;

– Интеграция мультимедиа. ИИ использует видео, аудио и интерактивные элементы, что делает обучение более разнообразным и увлекательным [4].

Эти инновации делают ИИ не просто инструментом, а полноценной образовательной средой, которая постоянно развивается. Кроме того, некоторые исследования в данной сфере показывают, что искусственный интеллект не только дополняет традиционные методы, но и демонстрируют значительное улучшение знаний английского языка за наиболее короткие сроки [5].

Также, к преимуществам ИИ перед традиционными методами можно отнести следующее [6-11]:

– Экономия времени. ИИ позволяет ученикам сосредоточиться на своих слабых местах, избегая повторения уже освоенного материала.

– Масштабируемость. ИИ-платформы могут одновременно обслуживать миллионы пользователей, что делает их более доступными, чем индивидуальные занятия с преподавателем.

– Объективность. ИИ не подвержен человеческим ошибкам или предвзятости, что делает оценку знаний более точной.

– Инновации. Постоянное обновление алгоритмов и интеграция новых технологий (например, виртуальной реальности) делают обучение более современным [12, 13].

Таким образом, искусственный интеллект доказал свою эффективность в изучении английского языка, предлагая решения, которые превосходят традиционные методы по многим параметрам. Новизна подхода заключается в персонализации, мгновенной обратной связи и использовании передовых технологий, таких как нейронные сети и геймификация.

Результаты исследований подтверждают, что ИИ не только ускоряет процесс обучения, но и делает его более доступным и увлекательным. В будущем можно ожидать дальнейшего развития этой области, включая интеграцию виртуальной и дополненной реальности, что откроет новые возможности для изучения языка.

Таким образом, ИИ представляет собой не просто инструмент, а революцию в образовании, которая делает изучение английского языка более эффективным, интерактивным и доступным для каждого.

Источники

1. Чжэньни Я. Исследование интеграции инноваций искусственного интеллекта в современные образовательные технологии // Бюллетень науки и практики. – 2024. – Том 10. – №6. – С. 563-572.

2. Пырнова О.А. Эффективные способы изучения английского языка // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-1. – С. 146-148.

3. Минязова Е.Р. Применение технологии искусственного интеллекта в персонализированном обучении иностранному языку // Проблемы современного образования. – 2023. – №6. – С. 212-223.

4. Цирулева Л.Д., Щербакова Н.Е. Геймификация в обучении: сущность, содержание, пути реализации технологии // Вестник ПензГУ. – 2023. – №3(43) – С. 13-17.

5. Баринов А.М., Романов А.В. Влияние искусственного интеллекта на использование и изучение английского языка // Филологический аспект: международный научно-практический журнал. Сер.: Методика преподавания языка и литературы. – 2024. – № 06 (29).

6. Куимчева М.Г., Нижельская Ю.А. Использование искусственного интеллекта для изучения английского языка // Вестник науки. – 2024. – №6 (75). – С. 1258-1264.

7. Садриев, Р.Р. Роль искусственного интеллекта в современном образовательном пространстве / Р. Р. Садриев, А. И. Головко, Р. С. Зарипова // Казанская наука. – 2024. – № 3. – С. 149-151.

8. Нейронечеткий классификатор оценки уровня знаний обучающихся / А. С. Катасев, Д. В. Катасева, Ю. Н. Смирнов, В. Л. Васильев // Вестник Технологического университета. – 2024. – Т. 27, № 9. – С. 115-119.

9. Гумерова, Г. Х. Использование достижений искусственного интеллекта в развитии современной педагогики / Г. Х. Гумерова, Р. С. Зарипова, К. М. Чентаева // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 4, № 3(144). – С. 115-121.

10. Пырнова, О. А. Построение и оценка эффективности модели дерева решений для прогнозирования успеваемости обучающихся / О. А. Пырнова, А. С. Катасев // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 4(112). – С. 578-584.

11. Идиатуллин, А. В. Развитие университетского образования в контексте адаптации к глобальным и национальным вызовам / А. В. Идиатуллин, Л. Т. Идиатуллина // Современные социальные процессы в контексте глобализации: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар: ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2023. – С. 429-436.

12. Намаева М.М., Хутова Л.А., Овсеенко Г.А. Технологии интернета вещей в современном образовании: перспективы, особенности // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 2. № 4 (145). С. 206-211.

13. Лучинкин В.Л., Смирнов Ю.Н. Цифровая трансформация образовательной среды // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 214-216.

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕНЕДЖМЕНТЕ В РОССИИ: АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Алемасов Евгений Павлович, Пырнова Ольга Александровна, Махиянова Алина Владимировна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
alemasov.evgeniy@mail.ru

Аннотация. В настоящее время искусственный интеллект (ИИ) и нейросетевые технологии становятся ключевыми инструментами в менеджменте, трансформируя подходы к управлению организациями. В данной работе рассматриваются современные подходы к использованию ИИ и нейросетей в управленческой деятельности в России. Проведён анализ преимуществ и вызовов, связанных с внедрением этих технологий, а также выделены ключевые направления их применения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейросетевые технологии, менеджмент, адаптивное управление, большие данные, автоматизация.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES IN MANAGEMENT IN RUSSIA: ANALYSIS AND PROSPECTS

Alemasov Evgeniy Pavlovich, Pyrnova Olga Aleksandrovna, Makhiyanova Alina Vladimirovna
KSPEU, Kazan, Russia
alemasov.evgeniy@mail.ru

Abstract. Artificial intelligence (AI) and neural network technologies are currently becoming key tools in management, transforming approaches to organizational governance. This paper examines modern approaches to the use of AI and neural networks in management practices in Russia. An analysis of the advantages and challenges associated with the implementation of these technologies is conducted, and key areas of their application are highlighted.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, management, adaptive management, big data, automation.

Современный менеджмент сталкивается с необходимостью адаптации к быстро меняющимся условиям цифровой экономики. Искусственный интеллект и нейросетевые технологии предлагают решения для оптимизации процессов, повышения эффективности и принятия более обоснованных решений. В России

внедрение этих технологий в управленческую деятельность набирает обороты, однако имеет свои особенности, связанные с уровнем технологического развития, нормативно-правовой базой и доступностью квалифицированных кадров [1, 2]. В связи с этим актуальным становится изучение текущих трендов и перспектив использования ИИ и нейросетей в менеджменте.

Традиционные методы управления, основанные на ручном анализе данных и принятии решений, зачастую не справляются с возрастающими объёмами информации и сложностью бизнес-процессов. К основным ограничениям таких методов относятся:

– низкая скорость обработки данных;

– субъективность в принятии решений;

– высокая зависимость от человеческого фактора;

– ограниченные возможности прогнозирования [3].

В то же время технологии ИИ и нейросетей предлагают инновационные решения, которые устраняют эти недостатки. Для наглядности преимуществ ИИ и нейросетевых технологий в таблице 1 представлено сравнение традиционных методов управления и подходов с использованием ИИ.

Таблица 1. Сравнение традиционных методов управления и технологий на основе ИИ

Аспект	Традиционные методы	ИИ-технологии
Обработка данных	Ручной анализ, медленный процесс	Автоматизированный анализ в реальном времени
Принятие решений	Субъективность, человеческий фактор	Объективность, основанная на данных
Прогнозирование	Ограниченные возможности	Высокая точность прогнозов
Адаптивность	Жесткие структуры, низкая гибкость	Гибкость, адаптация под изменения
Затраты	Высокие операционные издержки	Снижение затрат за счёт автоматизации

Таким образом, ИИ-технологии преодолевают ключевые ограничения традиционных методов, обеспечивая гибкость, точность и высокую эффективность управления.

Использование ИИ и нейросетевых технологий в менеджменте представляет собой качественно новый этап в управлении организациями. Вот несколько аспектов, которые подчёркивают их новизну:

– анализ больших данных. ИИ позволяет обрабатывать огромные объёмы информации, выявляя скрытые закономерности и тренды, что невозможно при ручном анализе [4];

– автоматизация процессов. Нейросетевые технологии используются для автоматизации рутинных задач, таких как составление отчётов, управление запасами и планирование ресурсов;

– прогнозирование. ИИ-алгоритмы способны прогнозировать спрос, рыночные изменения и риски с высокой точностью, что помогает принимать более обоснованные решения;

– персонализация управления. ИИ адаптирует управленческие подходы под индивидуальные особенности сотрудников и подразделений, повышая их эффективность [5].

Эти инновации делают ИИ не просто инструментом, а полноценной средой для управления, которая постоянно развивается.

Использование искусственного интеллекта и нейросетевых технологий в менеджменте открывает новые горизонты для повышения эффективности управления. Эти технологии не только автоматизируют рутинные процессы, но и значительно улучшают ключевые показатели эффективности (KPI), такие как точность прогнозов, снижение операционных затрат и повышение производительности [6]. Однако важно понимать, насколько существенно ИИ и нейросети влияют на эти показатели в сравнении друг с другом.

Анализ данных за последние годы показывает, что нейросетевые технологии, благодаря своей способности к глубокому обучению и адаптивности, часто демонстрируют более высокие результаты, чем классические подходы на основе ИИ [7]. Это особенно заметно в таких областях, как прогнозирование и оптимизация бизнес-процессов.

Для наглядности влияния ИИ и нейросетей на ключевые показатели эффективности в России приведём сравнительные данные, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние ИИ и нейросетей на ключевые показатели эффективности (KPI) в России

Показатель	Влияние искусственного интеллекта (%)	Влияние нейросетевых технологий (%)
Улучшение точности прогнозов	20	25
Снижение операционных затрат	15	20
Повышение производительности	25	30

Данные, представленные в таблице 2, наглядно демонстрируют, что как искусственный интеллект (ИИ), так и нейросетевые технологии оказывают значительное положительное влияние на ключевые показатели эффективности (KPI) в менеджменте. Однако нейросетевые технологии демонстрируют более высокие результаты по всем параметрам.

Таким образом, нейросетевые технологии не только дополняют, но и превосходят классические подходы на основе ИИ, что делает их

перспективным инструментом для повышения эффективности управления в российских компаниях. Однако выбор между ИИ и нейросетями должен основываться на конкретных задачах и ресурсах организации, так как внедрение нейросетевых технологий может требовать более значительных инвестиций и квалифицированных кадров [8-9].

На основе анализа открытых данных за последние пять лет выделены следующие ключевые тренды и результаты:

1. Тренды внедрения:

– к концу 2023 года 40 % крупных российских компаний внедрили ИИ для анализа данных и прогнозирования;

– нейросетевые технологии активно используются в таких областях, как обработка естественного языка (NLP) и компьютерное зрение (CV);

– внедрение ИИ в управление персоналом (HR) выросло на 30 % за последние три года.

2. Влияние на эффективность:

– компании, использующие ИИ, отмечают улучшение точности прогнозов на 20 %;

– автоматизация рутинных задач с помощью ИИ снизила затраты на управление персоналом на 25 %;

– нейросетевые технологии позволили улучшить качество обслуживания клиентов на 15%.

3. Основные вызовы:

– высокая стоимость внедрения (60 % компаний);

– недостаток квалифицированных кадров (50 % компаний);

– риски, связанные с безопасностью данных (40 % компаний);

– сложности интеграции с существующими системами (30 % компаний)

Анализ открытых данных подтверждает, что ИИ и нейросетевые технологии оказывают значительное влияние на менеджмент в России, способствуя повышению эффективности и снижению затрат. Однако их внедрение требует значительных инвестиций и изменений в организационной структуре. Кроме того, компании сталкиваются с проблемами, связанными с защитой данных и адаптацией персонала.

Искусственный интеллект и нейросетевые технологии становятся ключевым фактором успеха в современном менеджменте в России. Их использование позволяет компаниям оставаться конкурентоспособными в условиях цифровой экономики. Однако для успешного внедрения необходимо учитывать как технологические, так и организационные аспекты. Дальнейшие исследования могут быть направлены на анализ долгосрочного эффекта от использования этих технологий в различных отраслях.

Источники

1. Юсупова, Т.А. Маркетинговые инновации в условиях рыночной экономики / Т. А. Юсупова, Б. Л. Исакова, О. А. Пырнова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 10, № 9(150). – С. 70-75.

2. Лучинкин, В. Л. Применение нейронных сетей и перспективы их развития / В. Л. Лучинкин // Социальная онтология России: Сборник научных статей по докладам XVII Всероссийских Копыловских чтений, Новосибирск, 01–31 марта 2023 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2024. – С. 185-188.

3. Евсеева, А. О. Идентификация ботов в социальных сетях на основе нейросетевой модели / А. О. Евсеева, А. С. Катасев, Д. В. Катасева // Информация и безопасность. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 535-538.

4. Попова Е.В. Российский опыт внедрения искусственного интеллекта в менеджмент предприятия // Инновации и инвестиции. – 2023. –№ 6. – С. 79-82.

5. Зарипова, Р.С. Эффективное использование искусственного интеллекта в российской экономике / Р. С. Зарипова, Л. К. Хаджиева, М. А. Довлетмурзаева // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 12(161). – С. 302-305.

6. Катасев, А.С. Интеллектуальный анализ временных рядов в системах диагностики и поддержки принятия решений / А. С. Катасев, Д. В. Катасева // Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности: Международная научно-практическая конференция, Казань, 05–08 августа 2014 года. Том II. – Казань: Издательство Казанского государственного технического университета, 2014. – С. 481-483.

7. Идиатуллин, А. В. Перспективы развития литературного туризма в Республике Татарстан / А. В. Идиатуллин, Л. Т. Идиатуллина // Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств. – 2022. – № 2. – С. 32-37.

8. Галимбекова А.Г. Влияние цифровых технологий на современные задачи менеджмента / А.Г. Галимбекова // Инновационная наука. – 2022. –№ 4-2. – С. 72-74.

9. Катасев, А.С. Формирование нечетких правил фильтрации нежелательных электронных сообщений в инфокоммуникационных сетях / А.С. Катасев, Д.В. Катасева // Проблемы техники и технологий телекоммуникаций ПТиТТ-2014; Оптические технологии в телекоммуникациях ОТТ-2014: Материалы Международных научно-технических конференций. Т. 2. Казань: Издательство Казанского государственного технического университета, 2014. С. 320-322.

УДК 004.056.5: 004.89

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Алмали Аайя Аднан Латиф
ФГБОУ ВО ТГТУ, г. Тамбов, Россия
ayaalmali@outlook.com

Аннотация. В условиях стремительного роста сложности и масштабируемости облачных вычислительных систем проблема обеспечения надёжности приобретает особую актуальность. Традиционные методы диагностики и прогнозирования отказов оказываются недостаточно эффективными в условиях высокой динамичности и неопределённости, присущих распределённым платформам. В данной работе проводится теоретический анализ применения нечеткой логики как инструмента моделирования отказов. Особое внимание уделяется интеграции нечетких моделей с интеллектуальными методами, включая машинное обучение, с целью построения адаптивных систем оценки надёжности. Представлен обзор современных подходов, подчёркивается потенциал гибридных моделей для повышения устойчивости и отказоустойчивости облачных инфраструктур.

Ключевые слова: облачные вычисления, нечеткая логика, отказоустойчивость, надёжность, интеллектуальные модели.

THEORETICAL POTENTIAL OF FUZZY LOGIC FOR MODELING FAILURE BEHAVIOR IN CLOUD COMPUTING SYSTEMS

Almali Aaya Adnan Lateef
Tambov State Technical University, Tambov, Russia
ayaalmali@outlook.com

Abstract. In the context of the rapidly increasing complexity and scalability of cloud computing systems, the issue of ensuring reliability becomes particularly relevant. Traditional methods of failure diagnosis and prediction prove to be insufficiently effective under the high dynamics and uncertainty inherent in distributed platforms. This paper presents a theoretical analysis of the application of fuzzy logic as a tool for modeling failures. Special attention is given to the integration of fuzzy models with intelligent methods, including machine learning, for the development of adaptive reliability assessment systems. An overview of modern approaches is provided, and the potential of hybrid models for enhancing the resilience and fault tolerance of cloud infrastructures is emphasized.

Keywords: cloud computing, fuzzy logic, fault tolerance, reliability, intelligent models.

Надёжность облачных систем является критическим фактором в эпоху цифровизации, особенно в контексте обеспечения непрерывности сервисов и минимизации простоев. Современные облачные платформы характеризуются высокой степенью распределённости, множественностью источников данных и постоянной изменчивостью условий эксплуатации. Эти особенности существенно осложняют задачу прогнозирования сбоев, особенно при использовании классических детерминированных методов.

традиционные подходы к диагностике отказов, как правило, опираются на бинарные или статические модели, не способные отразить сложные взаимосвязи между компонентами в условиях динамики и неопределённости [1, 2]. В этих условиях нечеткая логика, впервые предложенная Л. А. Заде, становится эффективным инструментом моделирования промежуточных и нечетких состояний компонентов систем. Она позволяет отказаться от жёсткой бинарной логики в пользу более гибкой оценки, например, «неисправность на 60%», что лучше отражает реальную деградацию работоспособности.

Для более глубокого понимания потенциала нечеткой логики целесообразно рассмотреть её ключевые компоненты. К ним относятся функции принадлежности (membership functions), нечеткие правила типа IF–THEN, система логического вывода (Fuzzy Inference System, FIS) и процедура дефаззификации (defuzzification).

Следует также учитывать, что характер отказов в распределённых системах может варьироваться. Согласно классификации [3], они делятся на аппаратные (сбои оборудования, сетей), программные (ошибки логики, сбои при обновлениях) и взаимозависимые (каскадные отказы). Для моделирования таких показателей, как задержка, MTBF, доступность и надёжность, необходимы подходы, способные эффективно работать с неточными и изменчивыми данными. В этом контексте нечеткая логика демонстрирует высокую гибкость и точность интерпретации неопределённой информации [1, 4].

Особое внимание в современной науке привлекают гибридные модели, сочетающие нечеткую логику с методами машинного обучения и нейросетевыми алгоритмами. Такие подходы позволяют достигать высокой точности прогнозирования и автоматизировать настройку ключевых параметров модели. К числу преимуществ нечеткой логики относятся устойчивость к шуму, адаптивность к внешним изменениям, способность к обработке лингвистических переменных и высокая интерпретируемость. Однако сохраняется потребность в экспертной настройке, что делает особенно актуальным внедрение механизмов автоматического обучения.

В заключение, проведённый теоретический анализ подтверждает, что нечеткая логика представляет собой перспективный инструмент для моделирования поведения отказов в облачных вычислительных системах.

Интеграция с интеллектуальными методами позволяет разрабатывать адаптивные модели, способные учитывать сложные взаимосвязи и высокую степень неопределённости. Это особенно важно в условиях быстро изменяющихся нагрузок, масштабирования и сетевой нестабильности, присущих современным распределённым платформам. В дальнейшем целесообразно сосредоточить внимание на практической реализации гибридных моделей и проведении экспериментальных исследований с применением реальных данных.

Источники

1. Xiang S., Lv Y., Li Y., Qian L. Reliability Analysis of Failure-Dependent System Based on Bayesian Network and Fuzzy Inference Model. Electronics, 2023, 12, 1026. https://doi.org/10.3390/electronics12041026

2. Sharma J., Sonia, Kumar K., et al. Enhancing Intrusion Detection Systems with Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems. Mesopotamian Journal of Cybersecurity, 2025, 5(1), pp.1–10. https://doi.org/10.58496/MJCS/2025/001

3. Черепенин В.А., Воробьев С.П. Интеграция и оптимизация систем облачных, туманных и граничных вычислений: моделирование, задержки и алгоритмы. // Известия вузов. СКФО. Технические науки. 2024, №3, с. 19–25.

4. Nie X., Li H., Chen H., et al. Fuzzy reliability analysis based on support vector machine. Research Square Preprint, 2021. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1007031/v1

УДК 004.8

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА МЕНЯЮТ СРЕДУ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Алябьев Дмитрий Вячеславович, Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
assassin_core10@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос влияния технологий искусственного интеллекта на изменение среды обитания человека. Технологии на базе искусственного интеллекта постепенно захватывают все сферы применения в жизни и меняют привычную реальность. Автором сделан вывод о том, что искусственный интеллект считается одной из наиболее важных технологий, оказывающих влияние на изменение среды обитания человека.

Ключевые слова: технологии искусственного интеллекта, искусственный интеллект, среда обитания человека.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES ARE CHANGING THE HUMAN ENVIRONMENT

Alyabyev Dmitry Vyacheslavovich, Soloviev Valery Ivanovich
Tayrida College (structural unit) V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
assassin_core10@mail.ru

Abstract. The article examines the impact of artificial intelligence technologies on changes in the human environment. Technologies based on artificial intelligence are gradually capturing all areas of application in life and changing the usual reality. The author concludes that artificial intelligence is considered one of the most important technologies that influence changes in the human environment.

Keywords: artificial intelligence technologies, artificial intelligence, human habitat.

Искусственный интеллект (ИИ) – это технология, которая в своём действии имитирует человеческий интеллект. ИИ может распознавать изображения, писать стихи и делать прогнозы на основе имеющихся данных. По своей сути искусственный интеллект – это способность компьютера выполнять задачи, для которых обычно требуется человеческий интеллект. Для этого необходимо, под руководством человека, программирование систем для анализа данных, обучение на основе опыта и принятия разумных решений.

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных влиянию технологий искусственного интеллекта на изменение среды обитания человека.

Исследователи В. С. Панов, Ю. А. Катайцев, Н. Е. Отекина в своей статье «Искусственный интеллект в мире к 2030 году» отмечают, что «…Искусственный интеллект необходим для развития социальных услуг и более эффективного внедрения в среду обитания человека.» [1, с. 48].

Табунщиков, Ю. А. в своей работе «Искусственный интеллект управления энергетической инфраструктурой среды обитания человека» представляет современные возможности реконструкции энергетической инфраструктуры среды обитания человека без остановки ее функционирования на основе использования умных технологий и искусственного интеллекта. Необходимость такой реконструкции связана с тем обстоятельством, что существующие системы управления энергетической инфраструктурой среды обитания человека используют автоматизированные или, в большинстве случаев, автоматические системы управления, которые, по современным представлениям, не обеспечивают оптимального управления расходом энергетических ресурсов.» [2, с. 4].

Разгильдиев Б. Т. В своей статье «Искусственный интеллект и профилактика его общественной опасности» отмечает, что «искусственный интеллект может существенно повышать социальные возможности человека и развивать отношения, участником которых он является. Вместе с тем он может оказаться носителем общественно опасных угроз для человека, среды его обитания и мира в целом.» [3, с. 154].

Прокопчина С. В. В своей статье «Новое направление в искусственном интеллекте: измерительный искусственный интеллект» указывает на то, что «Создание нового направления в искусственном интеллекте, определяемого как измерительный искусственный интеллект.» [4, с. 3].

Разработка ИИ финансируется корпорациями, частными инвесторами и правительствами. В 2023 году мировые расходы на технологии, связанные с искусственным интеллектом, составили 154 млрд долларов во всех отраслях. Больше всего инвестировал банковский сектор – 20,6 млрд долларов. На втором месте по объему инвестиций идёт розничная торговля с инвестициями в 19,7 млрд долларов. Эти две отрасли активно развиваются в России. За период с 2013 по 2023 годы инвестиции в ИИ по всему миру выросли в девять раз [5].

Ежегодные корпоративные инвестиции в ИИ по всему миру, млрд $ показаны на рис. 1.

Источник: ourworldindata.org

Рис. 1. Ежегодные корпоративные инвестиции в ИИ по всему миру, млрд $

В процессе выполнения работы нами было исследовано применение искусственного интеллекта.

М. М. Мизаев, С. А. А. Сугаипов, А. М. Эдиев в своей работе «Искусственный интеллект в охране дикой природы: Защита исчезающих видов с помощью технологий» делают вывод о том, что «искусственный интеллект, обладающий способностью обрабатывать огромные объемы данных и выявлять закономерности, оказывается, меняет правила игры в области сохранения дикой природы.» [6, с. 81].

Технологии искусственного интеллекта постепенно захватывают всё новые сферы среды обитания человека. В настоящее время технологии искусственного интеллекта позволяют угадывать заболевания по рентгеновскому снимку, находить повреждения асфальта на дорогах, рисовать картины и сочинять музыку.

Искусственный интеллект влияет на рынок труда. Автоматизация и оптимизация на промышленных предприятиях приводит к сокращению рабочих и сотрудников.

В контексте проводимого исследования, нам было важно учесть мнение Н. Н. Галикеевой, С. А. Фархиевой, которые в своей статье «О национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года в РФ и федеральном проекте "Искусственный интеллект"» рассматривают роль искусственного интеллекта в развитии общества, Национальная стратегия развития ИИ до 2030 года, принятая в целях ускоренного развития искусственного интеллекта в Российской Федерации [7, с. 186].

Е. А. Яковлева, С. П. Киргизбаев, В. П. Киргизбаев в своей статье «Современный мир во власти искусственного интеллекта: сможет ли

искусственный интеллект «взломать» человеческую цивилизацию?» анализируют связь искусственного интеллекта и языковых практик современности, а также освещают роль искусственного интеллекта как важного фактора в эволюции культурных и социальных норм, восприятии мира и формировании человеческих отношений [8, с. 86].

Искусственный интеллект помогает обеспечивать безопасность на дорогах. В экосистеме умного города светофоры с компьютерным зрением и технологиями искусственного интеллекта оптимизируют движение, уменьшая автомобильные пробки и повышая безопасность движения. Камеры и датчики в режиме реального времени собирают данные о дорожном движении, скорости транспортных средств и пешеходов, а искусственный интеллект переключает светофоры, чтобы сократить время ожидания и предотвратить заторы автомобилей.

Президент России Владимир Путин подписал указ, обновляющий Национальную стратегию развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, благодаря которой должны быть созданы условия для эффективного взаимодействия государства, организаций и граждан в сфере развития искусственного интеллекта. Рост качества жизни и благосостояния населения, обеспечение национальной безопасности, внедрение технологий искусственного интеллекта в образование, здравоохранение и муниципальные услуги – эти направления затронула национальная стратегия по развитию искусственного интеллекта. Согласно стратегии объем оказанных услуг по разработке и реализации решений в области ИИ к 2030 году должен вырасти как минимум до 60 млрд руб. по сравнению с 12 млрд руб. в 2022 году. Также планируется, что вырастет количество выпускников высших учебных заведений в сфере нейросетей с 3000 до 15 500 человек. Доля приоритетных отраслей экономики с высокой готовностью к внедрению ИИ увеличится с 12 до 95% [9].

В результате проведённого исследования нами сделан вывод о том, что технологии искусственного интеллекта оказывает значительное влияние на изменение среды обитания человека.

Источники

1. Панов, В. С. Искусственный интеллект в мире к 2030 году / В. С. Панов, Ю. А. Катайцев, Н. Е. Отекина // Мир Инноваций. – 2021. – № 3. – С. 48-51.

2. Табунщиков, Ю. А. Искусственный интеллект управления энергетической инфраструктурой среды обитания человека / Ю. А. Табунщиков // Энергосбережение. – 2020. – № 2. – С. 1-9.

3. Разгильдиев, Б. Т. Искусственный интеллект и профилактика его общественной опасности / Б. Т. Разгильдиев // Вестник Саратовской государственной юридической академии. – 2021. – № 5(142). – С. 154-163. – DOI 10.24412/2227-7315-2021-5-154-163.

4. Прокопчина, С. В. Новое направление в искусственном интеллекте: измерительный искусственный интеллект / С. В. Прокопчина // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2024. – Т. 1. – С. 3-6.

5. Массивы данных – новая нефть [Электронный ресурс]. https://www.finam.ru/publications/item/massivy-dannykh-novaya-neft-20250103-1100/ (дата обращения: 22.03.25).

6. Мизаев, М. М. Искусственный интеллект в охране дикой природы: Защита исчезающих видов с помощью технологий / М. М. Мизаев, С. А. А. Сугаипов, А. М. Эдиев // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-14. – С. 80-82. – DOI 10.18411/trnio-12-2023-786.

7. Галикеева, Н. Н. О национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года в РФ и федеральном проекте "Искусственный интеллект / Н. Н. Галикеева, С. А. Фархиева // Современная школа России. Вопросы модернизации. – 2021. – № 3-1(36). – С. 186-188.

8. Яковлева, Е. А. Современный мир во власти искусственного интеллекта: сможет ли искусственный интеллект «взломать» человеческую цивилизацию? / Е. А. Яковлева, С. П. Киргизбаев, В. П. Киргизбаев // Культура. Наука. Образование. – 2024. – № 2(71). – С. 86-95.

9. Путин утвердил стратегию развития ИИ до 2030 года [Электронный ресурс]. https://pravo.ru/news/251592/ (дата обращения: 22.03.25).

УДК 004.85

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ С УЧИТЕЛЕМ И БЕЗ УЧИТЕЛЯ: ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Апасов Максим Вадимович, Цукахина Мария Александровна
ФГБОУ ВО «КубГАУ» имени И.Т.Трубилина, г. Краснодар, Россия
macsim.apasov@yandex.ru, cukahina.m@edu.kubsau.ru

Аннотация. В данной статье производится обзор методов машинного обучения с учителем и без. Выделяются преимущества, недостатки данных методик, а также оценивается сложность их реализации, рассматриваются возможные сферы применения в целях выявления и обоснования причины существования сразу двух способов обучения.

Ключевые слова: машинное обучение, искусственный интеллект, методы машинного обучения, обучение с учителем, обучение без учителя.

MACHINE LEARNING WITH AND WITHOUT A TEACHER: ADVANTAGES, DISADVANTAGES, EFFECTIVENESS

Apasov Maxim Vadimovich, Cukahina Maria Alexandrovna
KubSAU, Krasnodar, Russia
macsim.apasov@yandex.ru, cukahina.m@edu.kubsau.ru

Abstract. This article provides an overview of machine learning methods with and without a teacher. The advantages and disadvantages of these methods are highlighted, as well as the complexity of their implementation is assessed, possible areas of application are considered in order to identify and substantiate the reason for the existence of two teaching methods at once.

Keywords: machine learning, artificial intelligence, machine learning methods, learning with a teacher, learning without a teacher.

Искусственный интеллект и алгоритмы машинного обучения способны выполнять большое количество различных задач, помогая людям в повседневных и рабочих делах. Подобные технологии уже способны не только распознавать числа и лица на картинке, но и генерировать речь, перефразировать информацию для более лёгкого восприятия и проектировать компьютерные чипы, принцип работы которых не в состоянии понять учёные [1]. Искусственному интеллекту нашли применение даже в образовании [2]. При таком разнообразии возможной деятельности трудно создать универсальный подход к построению моделей машинного обучения, который также окажется эффективным в плане отношения затраченного времени на обучение к итоговому результату. Именно

поэтому существуют два ключевых подхода – обучение с учителем и без. Оба метода по-своему интересны и имеют свои преимущества и недостатки. Данная работа посвящена рассмотрению данных подходов, выделению явных преимуществ, недостатков, разделению на сферы применения, а также определению возможности использования только одного наиболее эффективного метода.

Обучение с учителем – это такой метод машинного обучения, который требует наличия специалиста по данным с навыками машинного обучения [3]. Это необходимо, так как методика подразумевает обеспечение модели в процессе обучения как вводными данными, так и ожидаемым результатом, на основании которого можно определить, насколько правильно модель справляется с поставленной задачей на том или ином этапе. К тому же, необходимо указывать из каких именно характеристик обучаемая модель будет получать данные для дальнейшей работы на их основе.

Подобный способ обучения наилучшим образом подходит для задач классификации и регрессии. Первые включают в себя распознавание объектов по определённым признакам: считывание чисел с изображения, определение вида растения или животного и т.д. Вторые состоят из предсказания результата по вводным данным: стоимость акций, оценка спроса, прогнозирование потребления ресурсов и т.д.

Обучение без учителя – метод машинного обучения, при котором, в отличие от обучения с учителем, известны только описания обучающей выборки, вводные данные не размечены [4]. Это означает, что отсутствуют правильные ответы, а выполнить задачу машина может только закономерно, выделив отличающиеся по какому-либо признаку объекты из обучающей выборки.

Подобный метод также наиболее эффективен в группе определённых задач. В неё входят задачи поиска аномалий, кластеризация, снижение размерности и обнаружение ассоциативных правил. Они включают в себя выявление дефектов в данных, обнаружение подозрительного трафика, анализ социальных сетей, обработка естественного языка, разработка рекомендательных систем и многое другое.

Так или иначе, оба метода имеют свои преимущества и недостатки, которые исходят из их архитектурных особенностей, сфер применения и ограничений.

Преимущества обучения с учителем:

— Заранее размеченные данные позволяют достичь высокой точности работы алгоритма и упрощают контроль процесса обучения;

— Алгоритм действий машины проще для восприятия разработчиком при продумывании архитектуры и написании кода;

— Возможность предобучить модель и сохранить метрики, чтобы не запускать процесс обучения при каждой активации модели.

Недостатки обучения с учителем:

— Для хорошего результата необходим большой объем размеченных данных, которые нужно собирать перед обучением;

— Низкая гибкость алгоритма при изменении или появлении новых вводных данных, а также наличие шанса переобучения;

— Риск того, что модель изначально вычислит неверные метрики, что может вводить алгоритм в заблуждение при анализе данных.

Преимущества обучения без учителя:

— Нет необходимости сбора заранее размеченных данных, что упрощает работу и позволяет работать с более крупным объёмом данных;

— Появление неожиданных результатов работы и выявление скрытых полезных закономерностей для получения ценной, но неочевидной информации.

Недостатки обучения без учителя:

— Отсутствие заранее размеченных данных затрудняет контроль обучения и точности работы машины без дополнительного исследования;

— Выделение алгоритмом малозначительных закономерностей, из-за чего набор данных будет анализироваться не по нужному признаку;

— Подобный метод сложнее в проектировании, а также требует от разработчика глубокого понимания предметной области.

Выделенные преимущества и недостатки показывают, что оба метода являются, в каком-то смысле, дополняющими друг друга в разработке и машинном обучении. Каждый имеет явные плюсы в одних сферах применения и серьёзные ограничения в других, благодаря чему нельзя делать однозначных заявлений о превосходстве одного метода над другим.

Касательно сложности реализации и оценки скорости обучения для методов с учителем и без всё также неоднозначно. Обучение с учителем требует долгой подготовки, валидации и сбора данных, но, благодаря современной аппаратуре и методам проектирования, само обучение может проходить гораздо быстрее и сразу показывать верный или неверный результат работы. В то же время, обучение без учителя не требует подготовки кроме настройки гиперпараметров [5], но обучение, из-за высокого уровня неопределённости и переоценки структуры данных, будет проходить заметно дольше.

Таким образом, существование обоих методов машинного обучения, как с учителем, так и без него, в равной степени обосновано. Сравнение сфер применения, а также плюсов и минусов, показали, что функционал моделей, обучаемых по-разному также будет отличаться. Нельзя отметить наибольшую

эффективность и явное превосходство одной методики перед другой. Именно поэтому использовать только один, наиболее обоснованный и выгодный, метод ко всем алгоритмам машинного обучения не представляется возможным. В целях достижения наибольшей эффективности в первую очередь следует уделить внимание анализу предметной области, после чего и определить наиболее подходящую методику машинного обучения.

Источники

1. AI Designed Computer Chips That the Human Mind Can't Understand. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.popularmechanics.com/science/a63606123/ai-designed-computer-chips/ (дата обращения: 09.02.2025).
2. Ветрова, А. Д. Применение искусственного интеллекта в образовании. Зарубежный и российский опыт / А. Д. Ветрова, Д. А. Замотайлова // Информационные технологии в образовательном процессе вуза и школы: Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 29 марта 2023 года / Редколлегия: Р.М. Чудинский (науч. ред.), В.В. Малев, А.А. Малева (отв. ред.), М.В. Дюжакова, С.О. Башарина. – Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2023. – С. 91-96.
3. Акжолов Р. К. Машинное обучение // Вестник науки. 2019. №6 (15).
4. Магжанова А. Т. Интеграция информационных источников с использованием кластер-анализа по схеме машинного обучения без учителя // Теория и практика современной науки. 2017. №6 (24).
5. Анафиев А.С., Карюк А.С. Обзор подходов к решению задачи оптимизации гиперпараметров для алгоритмов машинного обучения // ТВИМ. 2022. №2 (55).

УДК 004

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ «РАБОТНИКОВ» С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Атаев Мухаммеднур Абдылгапурович, Бердиев Дидар Мырадович, Худайбердиев Сейитнур Оразмухаммедович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
muhammetnuratayev1@gmail.com

Аннотация. «Национальная программа социально-экономического развития Туркменистана на 2022-2052 годы» еще больше поднимет нашу страну на новые высоты.

Ключевые слова: Искусственный интеллект и эффективность интеллектуальной собственности, киберугрозы.

ENSURING INFORMATION SECURITY OF «EMPLOYEES» WITH THE HELP OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

Atayev Muhammednur Abdylgapurovich, Berdiev Didar Myradovich, Hudayberdiev Seyitnur Orazmuhammedovich
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
muhammetnuratayev1@gmail.com

Abstract. The «National Program for the Socio-Economic Development of Turkmenistan for 2022-2052» will further elevate our country to new heights.

Keywords: Artificial intelligence and the effectiveness of intellectual property, cyber threats.

На нашей любимой родине благородные дела становятся все более успешными, и налаживается гармоничная деятельность. «Возрождение новой эпохи сильного государства: Национальная программа социально-экономического развития Туркменистана на 2022-2052 годы» еще больше поднимет нашу страну на новые высоты. Суть этой Национальной программы заключается в развитии достижений и современных разработок на протяжении следующих 30 лет [1,5]. С реализацией национальной программы будет развиваться цифровая система и создаваться современные возможности. Важно подчеркнуть, что цифровая система является важным направлением в обеспечении существенных изменений в экономике страны. В этой связи стратегическим направлением является опора на новые достижения современных информационно-коммуникационных технологий.

В своей речи на церемонии инаугурации Президента Туркменистана наш уважаемый Президент Сердар Бердымухамедов отметил: «Мы и впредь будем уделять особое внимание внедрению цифровых технологий во все отрасли национальной экономики». Это наглядно демонстрирует, что развитие нашей страны идет более успешно.

При развитии цифровой экономики особое внимание уделяется таким направлениям, как развитие электронной промышленности, внедрение инновационных, высокотехнологичных производств, развитие интеллектуального потенциала, подготовка специалистов, обладающих специальными знаниями. Главным столпом политики нашего уважаемого Президента в области науки и образования является его приверженность приданию первостепенного значения новым достижениям науки и техники нашей страны на мировом уровне. Одним из главных условий дальнейшей благополучной и счастливой жизни туркменского народа является развитие науки и техники, внедрение передовых технологий в национальную экономику. С этой целью в нашей стране прилагаются большие усилия для того, чтобы молодое поколение было всесторонне развитым, владело самыми передовыми мировыми технологиями и информационными системами, могло своевременно осваивать достижения мировой науки и идти в ногу с ними. Такая же целенаправленная работа проводится и в нашем высшем учебном заведении – Государственном энергетическом институте Туркменистана [2]. Он полностью реализован для того, чтобы дать возможность студентам самостоятельно использовать современные технологии в процессе обучения, создавая программное обеспечение, поддерживающее современный национальный интерфейс.

Научные и творческие достижения молодых ученых нашей страны вносят весомый вклад в дальнейшее процветание нашей Родины. Также одной из наших главных целей является ориентирование молодых ученых нашей страны на научные исследования и широкое содействие их освоению новых научных областей, отвечающих требованиям сегодняшнего дня.

В нашей стране проводится большая работа по развитию творческого потенциала талантливой, целеустремленной молодежи. Для того чтобы помочь молодым людям, интересующимся наукой, развить творческий подход к научным исследованиям, в высших учебных заведениях страны действуют научно-методические центры. В лабораториях и научных отделах, созданных на базе каждого высшего учебного заведения, талантливые студенты и специалисты под руководством опытных преподавателей последовательно и успешно выполняют научные исследования по приоритетным направлениям науки и техники. Продолжается также работа по внедрению в производство результатов научных исследований молодых ученых. С учетом достижений науки и техники укрепляется материально-техническая база образовательных

учреждений. В соответствии с требованиями сегодняшнего дня все большую актуальность приобретают такие вопросы, как совершенствование содержания образования и методик преподавания, изучение потенциала все более развивающейся цифровой системы и новых образовательных технологий в учебно-воспитательной деятельности и их внедрение.

Чтобы написать новое программное обеспечение, студенты сначала изучают разработку алгоритмов и тонкости программирования в соответствии с учебной программой. Эта информация обычно подробно объясняется студентам на общих, практических и практических занятиях. Вне занятий студентам предлагается самостоятельно создать короткие, интересные программы. Со временем наши молодые люди, набравшись опыта, изучают несколько языков программирования и пробуют самостоятельно создавать программные продукты с их использованием [3, 4].

В частности, молодые студенты учатся писать программы самостоятельно во время своей годовой работы и в ходе подготовки выбранных ими дипломных работ.

В настоящее время ведутся работы по созданию программ, обучающих компьютерным программам, являющимся неотъемлемой частью компьютерной техники, на туркменском языке с использованием интерактивных мультимедийных методов. Это позволит нам быстро и наглядно обучить наших соотечественников работе со сложными, но очень полезными компьютерными программами, а также будет способствовать внедрению туркменского языка в компьютерную технику.

Основное назначение программного обеспечения – составить в электронном виде список данных о сотрудниках, работающих в любой организации или на предприятии, а также отобразить необходимые столбцы для ввода необходимых данных о сотрудниках и размещения списка данных. С помощью этого программного обеспечения менеджер по персоналу может просматривать, контролировать и управлять всей информацией о сотрудниках. Это программное обеспечение было разработано для внедрения информации о сотрудниках в электронном виде. Эту программу можно реализовать в любом учреждении или на любом предприятии. Интерфейс программы разработан на туркменском языке. С помощью программы планировалось внедрить электронные счета. Поскольку все данные в этой программе находятся в электронном виде, их можно изменять и дополнять в любое время. Это поможет сэкономить много времени пользователю, использующему эту программу. Программное обеспечение было полностью разработано на языке программирования Delphi.

Разработанный нами программный комплекс состоит из двух программ: для регистрации сотрудников и для добавления новых сотрудников.

«Добавить нового сотрудника» – при нажатии на эту кнопку открывается новое окно. Это окно позволяет менеджеру добавить нового сотрудника в базу данных.

«Удалить сотрудника из учетной записи» – эта кнопка позволяет менеджеру удалить сотрудника, который ранее был в базе данных.

«Обновить информацию о сотруднике» – эта кнопка позволяет менеджеру изменить ранее имеющуюся в базе данных информацию о сотруднике.

«Фильтр» – эта кнопка позволяет менеджеру искать в базе данных информацию о сотруднике, который ранее был в базе данных.

Рис. 1. Программа показывает, сколько лет сотруднику.

Список всех введенных здесь сотрудников отображается в окне нашей программы. Администратор программы имеет возможность просматривать здесь всю информацию о сотрудниках. Информация о сотрудниках отображается в окне с помощью компонента DBGrid языка программирования Delphi. Создание программного обеспечения для поиска сотрудников. В этом отделе создано программное обеспечение для поиска сотрудников. Мы можем найти любого сотрудника на основе любой информации. Например, вы можете искать информацию о сотруднике по имени, отчеству, отделу, профессии, дате рождения и дате приема на работу (рисунок 2).

Если нам нужна информация о сотрудниках какого-либо крупного завода, предприятия или учреждения, и мы знаем хотя бы одну часть информации о сотруднике, мы можем провести поиск на основе этой информации и найти нужную нам информацию о сотруднике. На рисунке 2 показано, как осуществляется поиск.

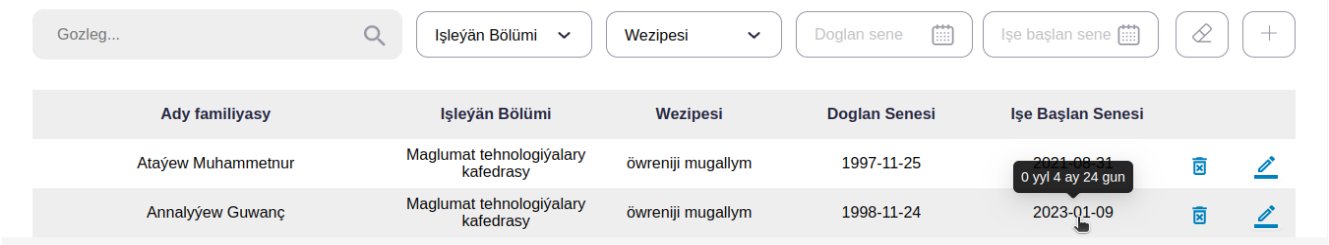


Рис. 2. Программа показывает, в каком году начал свою работу сотрудник.

Если известна какая-либо информация о требуемом сотруднике, есть все возможности провести поиск по имени и отчеству, как показано на рисунке.

Мы можем выполнить поиск, введя необходимую информацию о сотруднике и нажав кнопку «ФИЛЬТР». Если поиск не нужен, вы можете скрыть его, нажав кнопку «СКРЫТЬ».

Окно программы для регистрации сотрудников. Вот структура окна регистрации сотрудников. Когда лицо, вводящее данные, нажимает кнопку «Добавить сотрудника», открывается окно «Добавить сотрудника», в котором сотруднику предлагается ввести некоторую информацию о себе.

Это программное обеспечение также открывает ряд возможностей за счет перевода управления информацией в цифровую систему. В Государственном энергетическом институте Туркменистана также действует Совет молодых ученых и научных организаций, в рамках которого студенческая молодежь нашей страны регулярно работает по ряду программ в различных областях.

В сегодняшнюю эпоху перехода к цифровой экономике высшие учебные заведения по всей стране придают большое значение задаче подготовки программистов, инженеров и технологов, которые необходимы всем слоям общества.

Проводится программная работа, направленная на то, чтобы учащаяся молодежь овладевала современными знаниями и науками и в дальнейшем направляла свой творческий труд, научно-технические идеи, производственные, инновационные и информационно-технологические исследования на благо укрепления основ экономики.

Источники

1. Serdar Berdimuhammedow. «Ýaşlar watanyň daýanjy». Türkmen döwlet neşirýat gullygy, 2023ý. Asgabat.

2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Bilim – bagtyýarlyk, ruhubelentlik, rowaçlyk. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014ý.

3. Атаев М., Чуриев М., Гельдиев Х., Язлыев Е. Некоторые вопросы создания программного обеспечения и интеллектуальных систем умного оборудования // Сборник трудов международной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, соискателей и докторантов «Рынок и эффективность производства-14». Көкшетау, Казахстан: 2018. С. 412-413.

4. M Atayev, M Churiyev, G Atayev, A. Agayev and J. Abdiyev. Development of technology for creating software in the electric power industry of Turkmenistan. 27, March, 2023. DOI:10.1088/1755-1315/1154/1/012063.

5. Türkmenistanda sanly bilimi ösdürmegiň Konsepsiýasy. A. 2017.

УДК 331.108.2:004.89

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ

Ахатова Фарида Ильдаровна, Баширова Диана Равкатовна
КГЭУ, г. Казань, Россия
faridaahatowa@yandex.ru, Dianabwrv27@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена исследованию роли искусственного интеллекта (ИИ) в современных процессах управления персоналом. Рассматриваются ключевые аспекты использования ИИ в рекрутинге и обучении сотрудников, включая автоматизацию подбора кадров, создание персонализированных образовательных программ на основе анализа данных и повышение эффективности HR-функций. Особое внимание уделяется вопросам этичности и возможных рисков, связанных с применением ИИ, таких как предвзятость алгоритмов, защита данных и необходимость сохранения человеческого фактора в управлении персоналом. Статья подчеркивает важность сбалансированного подхода, сочетающего технологические инновации с соблюдением принципов справедливости и конфиденциальности.

Ключевые слова: Искусственный интеллект (ИИ), управление персоналом, подбор кадров, персонализированное обучение, анализ данных, предвзятость алгоритмов, конфиденциальность данных, эффективность HR, этика ИИ

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PERSONNEL MANAGEMENT

Akhatova Farida Ildarovna, Bashirova Diana Rafkatovna
KSPEU, Kazan, Russia
faridaahatowa@yandex.ru, Dianabwrv27@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the study of the role of artificial intelligence (AI) in modern personnel management processes. The key aspects of using AI in recruiting and employee training are considered, including automating recruitment, creating personalized educational programs based on data analysis, and improving the effectiveness of HR functions. Particular attention is paid to issues of ethics and possible risks associated with the use of AI, such as algorithm bias, data protection, and the need to preserve the human factor in personnel management. The article highlights the importance of a balanced approach combining technological innovation with respect for the principles of fairness and confidentiality.

Keywords: Artificial intelligence (AI), personnel management, personnel selection, personalized training, data analysis, algorithm bias, data privacy, HR effectiveness, AI ethics.

Искусственный интеллект (ИИ) уже давно вышел за рамки научной фантастики и стал неотъемлемой частью многих бизнес-процессов. Одной из областей, где использование ИИ особенно перспективно, является управление персоналом. Современные технологии позволяют автоматизировать процессы подбора кандидатов, анализировать данные сотрудников для разработки персонализированных программ обучения и повышения эффективности работы компании в целом. Однако вместе с преимуществами приходят и новые вызовы – от вопросов конфиденциальности до этической ответственности. Рассмотрим подробнее два ключевых аспекта использования ИИ в HR: алгоритмы подбора кадров и персонализированное обучение.

Подбор персонала – одна из важнейших функций HR-отдела. Эффективный найм позволяет компании получить высококвалифицированных специалистов, которые будут способствовать её развитию. Традиционные методы рекрутинга часто включают ручную обработку резюме, проведение интервью и оценку кандидатов по субъективным критериям. Но внедрение ИИ значительно меняет эту картину.

Преимущества алгоритмов подбора кадров:

1. Скорость и масштабируемость. С помощью ИИ можно обрабатывать тысячи резюме одновременно, фильтруя их по ключевым словам, опыту работы и другим параметрам. Это существенно ускоряет процесс отбора и снижает нагрузку на HR-специалистов.

2. Объективность. Искусственный интеллект способен минимизировать влияние человеческого фактора, такие как предвзятости или стереотипы. Например, система может оценивать кандидата исключительно на основании профессиональных компетенций, игнорируя пол, возраст или этническую принадлежность.

3. Прогнозирование успешности. Некоторые системы используют машинное обучение для прогнозирования того, насколько кандидат подходит для конкретной должности и компании. Анализируются прошлые успехи кандидатов, их опыт и даже поведение в социальных сетях, чтобы предсказать, будет ли сотрудник продуктивен и надолго ли задержится в организации.

4. Персонализация предложений. Автоматизированные системы могут предлагать вакансии, исходя из предпочтений и опыта соискателей, делая процесс поиска работы более удобным и целенаправленным.

Несмотря на очевидные преимущества, применение ИИ в подборе кадров также несет ряд рисков, связанных с этическими аспектами:

1. Предвзятость алгоритмов. Хотя ИИ предназначен для устранения человеческих предубеждений, сами алгоритмы могут унаследовать предвзятости разработчиков или данных, на которых они были обучены. Если в обучающей выборке преобладают кандидаты определенного пола, возраста или

национальности, алгоритм может начать отдавать предпочтение таким же людям, даже если они менее квалифицированы.

2. Конфиденциальность и защита данных. Использование ИИ предполагает сбор большого объема персональных данных о кандидатах, включая информацию из социальных сетей, профессиональные достижения и личные предпочтения. Вопрос защиты этой информации становится критически важным, поскольку утечка или неправильное использование данных может привести к серьезным последствиям как для компаний, так и для самих людей.

3. Ограничение возможностей. Применение автоматизированных систем может исключать из процесса отбора тех кандидатов, чьи профили не соответствуют заранее заданным шаблонам. Даже если человек обладает уникальными способностями или потенциалом, но его резюме не содержит определенных ключевых слов, система может пропустить его, лишая компанию шанса найти талантливого сотрудника.

4. Потеря человеческого контакта. Человеческий фактор играет важную роль в процессе рекрутинга. Личное общение помогает оценить эмоциональный интеллект, мотивацию и культурную совместимость кандидата с коллективом. Полностью полагаясь на ИИ, компании рискуют упустить важные аспекты личности, которые невозможно формализовать в алгоритмах.

Для минимизации рисков важно внедрять следующие меры:

– Регулярная проверка алгоритмов на наличие предвзятостей и корректировка моделей на основе новых данных.

– Обеспечение прозрачности. Кандидаты должны понимать, какие данные собираются и как они используются, иметь возможность оспорить решения системы.

– Комбинированный подход. Использование ИИ в качестве инструмента поддержки, а не замены человеческому решению. Например, финальное собеседование должно проводиться человеком, который сможет учесть нюансы, недоступные машине.

Как работают персонализированные программы обучения?

1. Анализ данных о сотруднике. Используя ИИ, можно собирать и анализировать различные показатели производительности, результаты тестов, обратную связь коллег и руководителей, данные о поведении в корпоративных системах. Эти сведения помогают определить сильные стороны каждого работника, области для улучшения и потенциальные карьерные траектории.

2. Создание индивидуальных планов развития. На основе собранной информации ИИ предлагает персонализированные курсы, тренинги и проекты, которые помогут сотрудникам развиваться в нужном направлении. Это могут быть онлайн-курсы, коучинговые сессии или участие в реальных проектах внутри компании.

3. Динамическая адаптация. Система постоянно мониторит прогресс сотрудников и обновляет планы обучения в зависимости от достигнутых результатов. Таким образом, программа всегда остаётся актуальной и соответствует потребностям конкретного человека.

Преимущества персонализированного обучения

1. Повышение мотивации. Когда сотрудники видят, что компания вкладывается в их развитие, они чувствуют себя ценными членами команды. Это способствует повышению лояльности и снижению текучести кадров.

2. Рост квалификации. Индивидуальные образовательные программы позволяют сотрудникам быстрее осваивать необходимые навыки и знания, что положительно сказывается на общей эффективности компании.

3. Экономия ресурсов. Вместо массового обучения всех сотрудников по одному стандарту, ИИ помогает сосредоточиться на конкретных потребностях каждого, что делает процесс более эффективным и экономичным.

Использование ИИ в управлении персоналом открывает огромные возможности для оптимизации процессов и повышения эффективности работы. Однако, как и любая технология, оно требует внимательного подхода и учета потенциальных рисков. Только гармоничное сочетание автоматизации и человеческого участия позволит компаниям достичь максимального результата, сохраняя при этом высокие стандарты этики и безопасности.

Источники

1. Malik A., De Silva M. T. Artificial Intelligence in Human Resource Management: Challenges and a Path Forward // International Journal of Human Resouce Studies. – 2019. – Vol. 9, No. 2. – P. 1–15. – DOI: 10.5296/ijhrs.v9i2.14247.

2. Юсупова А. С. Эмоциональная парадигма в управлении персоналом / А. С. Юсупова, Ф. Л. Мазитова, С. Р. Семагин, А. И. Спирина // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 11, № 2(155). – С. 85–94. – DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2025.02.11.012. – EDN: JECRNE.

3. Johnson R., Brown K. The Impact of Artificial Intelligence on Recruitment Processes // Journal of Organizational Technology. – 2020. – Vol. 15, No. 3. – P. 45–60. – URL: www.jot.org/2020/impact-ai-recruitment.

4. Иванов А. В. Применение искусственного интеллекта в управлении персоналом // Современные технологии управления. – 2020. – № 4(12). – С. 34–48.

5. Петрова Е. К. Этические вопросы использования искусственного интеллекта в подборе персонала // HR-аналитика: сборник научных трудов / под ред. С. М. Волковой. – М.: Изд-во «Управление персоналом», 2021. – С. 112–125.

УДК 681.51-338.516.22

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ УЧЕТ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ: ИНТЕГРАЦИЯ IOT, МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РИСКОВ

Бабич Будимир Петрович
ФГБОУВО НИУ «МАИ», г. Москва, Россия
BudimirBP@yandex.ru

Аннотация. В современных сложных энергетических системах важно внедрять инновационные стратегии для повышения эффективности и минимизации эксплуатационных рисков. В этой статье предлагается новый подход к интеллектуальному учету теплопотребления, который использует датчики Интернета вещей (IoT), алгоритмы машинного обучения и технологию цифрового двойника для непрерывного мониторинга потребления тепловой энергии в режиме реального времени. Система обнаруживает аномалии и прогнозирует потребности в техническом обслуживании, сводя к минимуму незапланированные простои и снижая эксплуатационные риски. Представлены результаты моделирования сети централизованного теплоснабжения демонстрирует эффективность предлагаемой системы, при этом достигается значительная экономия средств за счет повышения надежности и экономичности системы.

Ключевые слова: энергоэффективность, интеллектуальный учет теплопотребления, машинное обучение, цифровой двойник, минимизация операционных рисков, модель управление энергопотреблением.

INTELLIGENT HEAT METERING: INTEGRATING IOT, MACHINE LEARNING AND DIGITAL TWINS TO MINIMIZE OPERATIONAL RISKS

Babich Budimir Petrovich
MAI, Moscow, Russia
BudimirBP@yandex.ru

Abstract. In today's complex environment, it is necessary to implement innovative strategies to assess the efficiency and minimize external risks. This paper proposes a new approach to smart heat metering that uses Internet of Things (IoT) sensors, machine learning algorithms, and dual-block algorithms to continuously monitor heat and energy consumption in real time. The system detects anomalies and predicts the developer in technical equipment, minimizing unplanned downtime and reducing economic risks. The results of modeling the district heating network, the efficiency of the predicted system are presented, while providing cost savings by increasing the reliability and efficiency of the system.

Keywords: energy efficiency, smart heat metering, machine learning, digital twin, minimizing operational risks, energy management model

Современные энергетические системы становятся все более сложными из-за необходимости мониторинга в режиме реального времени, повышения эффективности и устойчивости. Учет тепловой энергии является важнейшим компонентом управления энергопотреблением в системах централизованного теплоснабжения и системах зданий, поскольку неточности могут привести к значительным финансовым потерям и эксплуатационным рискам [2]. Традиционные методы измерения часто не в состоянии зафиксировать временные колебания, что затрудняет точное прогнозирование потребностей в техническом обслуживании.

Последние технологические достижения в области машинного обучения IoT-систем [6] и моделирования цифровых двойников позволили разработать интеллектуальные системы учета тепла. Эти системы обеспечивают мониторинг в реальном времени, обнаружение аномалий и оптимизацию с помощью имитационного моделирования. В этой статье представлен комплексный подход к минимизации операционных рисков путем интеграции этих технологий в единую систему.

Современная интеллектуальная система учета теплопотребления состоит из трех взаимосвязанных этапов:

Этап 1 сбора данных (IoT). Для мониторинга ключевых параметров, таких как температура, расход и давление, в теплотрассах и подстанциях необходимо развернуть сеть датчиков IoT. Эти датчики собирают данные с высоким разрешением, которые передаются в режиме реального времени на центральную информационную платформу.

Этап 2 аналитический. Алгоритмы машинного обучения, проводят анализ собранных данных с целью выявления аномалий, прогнозирования колебаний спроса и потенциальных сбоев. В этом процессе используются такие методы, как регрессия случайного леса (Random Forest) [4] и нейронные сети [5], которые позволяют моделировать сложные взаимосвязи в данных о потреблении тепловой энергии. Наши модели, обученные на основе исторических данных, могут быстро обнаружить отклонения, которые могут указывать на неисправность датчика, протечку в трубопроводе или аномальную потерю тепловой энергии, а также предсказывать вероятное время выхода из строя ключевых компонентов, что позволит проводить плановое техническое обслуживание и сокращать незапланированные простои и затраты на техническое обслуживание [3].

Этап 3 моделирования и принятия решений. Разрабатываем цифровой двойник нашей физической инфраструктуры учета теплопотребления с использованием программного обеспечения для моделирования. Эта виртуальная копия постоянно обновляется данными с помощью установленных датчиков (IoT) в режиме реального времени и результатами машинного обучения, что позволяет операторам моделировать различные рабочие сценарии, такие как пиковый спрос, отказ оборудования или внезапные погодные изменения, и разрабатывать планы действий в чрезвычайных ситуациях, оптимизировать стратегии управления и, в конечном счете, минимизировать операционные риски [1].

В таблице 1 представлен упрощенный экономический анализ, в котором сравниваются годовые затраты до и после внедрения интеллектуальной системы учета теплоснабжения.

Таблица 1. Экономический эффект внедрения интеллектуальной системы

Показатель	До внедрения	После внедрения	Экономия
Годовые тепловые потери, Гкал	12,500	9,375	25%
Затраты на аварийный ремонт, млн. руб.	45	27	40%
Расходы на ТО, млн. руб.	60	42	30%
Итого экономия, млн. руб./год	-	36	-

В совокупности использование технологий Интернета вещей (IoT), машинного обучения и цифрового двойника для интеллектуальных систем отопления представляет собой преобразующий подход к управлению энергопотреблением. Благодаря мониторингу в режиме реального времени, прогнозируемому техническому обслуживанию и оптимизации на основе сценариев предлагаемая система снижает эксплуатационные риски и минимизирует затраты. Экономическая модель показывает, что эти передовые технологии могут значительно повысить эффективность и снизить затраты в системах централизованного теплоснабжения. Будущая работа должна быть сосредоточена на совершенствовании этих моделей, более эффективной интеграции данных и расширении прогностических возможностей цифровых двойников для решения более широкого круга оперативных задач, а также свидетельствуют о том, что интеллектуальный учет тепла является надежным инструментом поддержки принятия решений для энергетических организаций, работающих с системами теплоснабжения.

Источники

1. Grieves, M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. [Электронный ресурс]. https://theengineer.markallengroup.com/production/content/uploads/2014/12/Digital_Twin_White_Paper_Dr_Grieves.pdf (дата обращения: 20.03.2025).

2. Иванов С.К., Смирнова Л.М. Управление теплоснабжением мегаполиса // Вестник МЭИ. 2020. № 4(12). С. 56–67.

3. Автоматизация управления процессами на основе цифровых двойников [Электронный ресурс]. https://ijsra.net/sites/default/files/IJSRA-2024-0525.pdf (дата обращения: 18.03.2025).

4. Метод случайного леса в Python: основы и примеры [Электронный ресурс]. https://sky.pro/wiki/python/metod-sluchajnogo-lesa-osnovy-i-primery/ (дата обращения: 18.03.2025).

5. Глубокое обучение и нейронные сети [Электронный ресурс]. https://4brain.ru/aibasics/deep.php (дата обращения: 18.03.2025).

6. Технологии удаленного управления проектом отопления [Электронный ресурс]. https://energy-systems.ru/main-articles/inzhenernye-sistemy/kakie-tehnologii-udalennogo-upravleniya-proektom-otopleniya-ispolzuyutsya (дата обращения: 18.03.2025).

УДК 004.8

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИДЕОКАРТ ПРИ РАБОТЕ С МНОЖЕСТВОМ МОДЕЛЕЙ BERT

Бадретдинов Даниил Владимирович, Зайченко Елена Аркадьевна
Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь
daniilbadret@gmail.com, helena.zai@mail.ru

Аннотация. В работе проведён сравнительный анализ производительности и экономической эффективности графических ускорителей (GPU) различных архитектур и ценовых категорий при работе с большим количеством моделей BERT. Исследованы GPU серии RTX, A100, H100 и других, выявлены модели с наилучшим соотношением производительности к стоимости. Установлено, что наибольшая память и высокая стоимость GPU не всегда обеспечивают оптимальную экономическую эффективность. Полученные результаты позволят сделать обоснованный выбор видеокарт для задач обработки естественного языка.

Ключевые слова: BERT, трансформеры, GPU, видеокарты, производительность, экономическая эффективность, искусственный интеллект, глубокое обучение, нейронные сети, NLP.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PERFORMANCE AND COST-EFFECTIVENESS OF VIDEO CARDS WHEN WORKING WITH MULTIPLE BERT MODELS

Badretdinov Daniil Vladimirovich, Zaichenko Elena Arkad'evna
Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus
daniilbadret@gmail.com

Abstract. The paper provides a comparative analysis of the performance and cost-effectiveness of graphics accelerators (GPUs) of various architectures and price categories when working with a large number of BERT models. GPUs of the RTX, A100, H100 and others series have been investigated, and models with the best performance-to-cost ratio have been identified. It has been found that the largest memory and the high cost of a GPU do not always provide optimal economic efficiency. The results obtained will make it possible to make an informed choice of video cards for natural language processing tasks.

Keywords: BERT, transformers, GPU, graphics cards, performance, economic efficiency, artificial intelligence, deep learning, neural networks, NLP.

Модели семейства BERT, построенные на архитектуре трансформера, активно применяются в задачах обработки естественного языка [1], однако их использование требует значительных вычислительных ресурсов. Это обуславливает необходимость поиска оптимального графического оборудования, обеспечивающего высокую производительность при приемлемых финансовых затратах. В работе исследуется вопрос о том, всегда ли высокая стоимость и большие технические характеристики GPU гарантируют соответствующий рост эффективности при работе с множеством моделей BERT.

Цель работы – провести сравнительный анализ производительности различных видеокарт при работе с большим количеством моделей BERT, выявить зависимость эффективности от технических характеристик и стоимости оборудования, а также определить видеокарты, обеспечивающие оптимальное соотношение «производительность/стоимость».

В ходе исследования была произведена серия замеров производительности различных графических ускорителей при выполнении множества экземпляров моделей семейства BERT. Для тестирования использовался пользовательский скрипт на базе библиотеки PyTorch, последовательно выполняющий инференс 1–19 идентичных моделей, загруженных в память одной видеокарты. Для всех моделей использовался одинаковый входной текст, а результат измерялся как суммарное время прохождения всех моделей в одном цикле без обучения.

В ходе замеров фиксировались значения времени выполнения прогонов моделей на следующих GPU: RTX 6000 Ada, RTX 5000 Ada, RTX A6000, NVIDIA A100 SXM4, H100 NVL, A40, L40S, Tesla V100, Quadro RTX 6000, RTX 4090, RTX 4070 Laptop и GTX 1070.

По результатам замеров было установлено, что наименьшее среднее время выполнения одного прогона модели при 1–10 экземплярах показали видеокарты RTX 6000 Ada, L40S, H100 NVL и RTX 4090 (таблица 1). При этом H100 NVL, несмотря на самую высокую цену аренды и максимальную память, не продемонстрировала существенного преимущества по сравнению с более доступными по цене RTX 6000 Ada и L40S.

Видеокарты, такие как Tesla V100, Quadro RTX 6000, GTX 1070, имели существенно более высокое время выполнения, особенно при увеличении количества одновременно исполняемых моделей. Это указывает на их ограниченность для современных задач масштабируемого инференса [2].

Анализ зависимости между техническими характеристиками и производительностью показал:

1) Объём видеопамяти позволяет запускать большее число моделей, но напрямую не определяет скорость их выполнения. Например, A100 SXM4 с 40

ГБ памяти проигрывает RTX 6000 Ada с тем же объёмом по производительности.

2) Вычислительная мощность (TFLOPS) влияет на скорость, но не является абсолютным индикатором: RTX 6000 Ada и L40S имеют одинаковую мощность, однако L40S стоит дешевле и демонстрирует схожие результаты [3].

Таблица 1. Сравнение времени инференса BERT на исследуемых GPU

Кол-во моделей	RTX 6000Ada	RTX 5000Ada	RTX A6000	A100 SXM4	H100 NVL	A40	L40S	Tesla V100	Q RTX 6000	RTX 4090
1	0,0101	0,0165	0,0219	0,0240	0,0093	0,0202	0,0102	0,0309	0,0260	0,0179
2	0,020	0,0335	0,0462	0,0491	0,0187	0,0403	0,0208	0,0588	0,0529	0,0377
3	0,0317	0,0487	0,0709	0,0756	0,0277	0,0605	0,0318	0,092	0,0967	0,0540
4	0,0426	0,0655	0,0962	0,1005	0,0367	0,0812	0,0425	0,1306	0,1081	0,0731
5	0,0546	0,0828	0,1128	0,1279	0,0481	0,1026	0,055	0,1535	0,1308	0,091
6	0,0652	0,0995	0,1404	0,1519	0,0576	0,1235	0,0621	0,2227	0,1962	0,1100
7	0,0763	0,1152	0,1743	0,1774	0,069	0,1439	0,0739	0,2252	0,1892	0,1418
8	0,0880	0,1311	0,1808	0,2060	0,0793	0,1653	0,0865	0,2542	0,2120	
9	0,0985	0,1602	0,2093	0,2276	0,0889	0,1897	0,1008	0,2910		
10	0,1100	0,1662	0,2411	0,2554	0,098	0,2093	0,1120	0,3727		
11	0,1222	0,1804	0,2686	0,2762	0,1085	0,2268	0,1203	0,3380		
12	0,1320	0,1990	0,2781	0,3034	0,1176	0,2489	0,1315	0,3796		
13	0,1441		0,3077	0,3292	0,1262	0,2713	0,1436			
14	0,1496		0,3426	0,3574	0,139	0,2898	0,1526			
15	0,1666		0,3449	0,3814	0,1493	0,312	0,1641			
16	0,1766		0,3822		0,1603	0,335	0,1733			
17	0,1876		0,4338		0,1690	0,3527	0,1850			
18	0,1990		0,4117		0,1791					
19	0,2088		0,4559		0,1927					

Также были собраны характеристики каждой видеокарты: заявленная вычислительная мощность (TFLOPS), стоимость аренды в долларовом эквиваленте за час, объём видеопамяти (таблица 2).

По наблюдениям, наилучшее соотношение производительности и стоимости аренды продемонстрировали видеокарты L40S и RTX 6000 Ada. Они обеспечили высокую скорость выполнения при сравнительно невысокой стоимости аренды, что делает их особенно привлекательными для масштабируемых задач с большим числом моделей.

В то же время, такие решения, как H100 NVL, хоть и показали хорошие результаты по времени выполнения, оказались значительно дороже, не обеспечивая пропорционального прироста эффективности. Аналогично, видеокарты A100 SXM4 и A6000 уступили по общей выгоде более доступным GPU, что подтверждает, что высокая цена и большая видеопамять не всегда означают лучшую эффективность.

Таблица 2. Характеристики исследуемых видеокарт

Характеристика	RTX 6000Ada	RTX 5000Ada	RTX A6000	A100 SXM4	H100 NVL	A40	L40S	Tesla V100	Q RTX 6000	RTX 4090
Мощность, TFLOPS:	81,4	63,6	36,1	15,6	48,3	29,9	73,3	11,3	11,9	81,4
Цена, $/hr:	0,67	0,556	0,514	0,655	3,206	0,422	0,606	0,201	0,236	0,316
Объём видеопамяти, GB:	48	32	48	40	93,6	45	45	32	22,5	24

Для более объективной оценки эффективности видеокарт был введён индекс производительности, рассчитываемый как отношение теоретической вычислительной мощности (в терафлопсах) к произведению стоимости аренды в долларах за час и среднего времени инференса одной модели BERT в секундах.

Этот индекс показывает, насколько выгодно использовать ту или иную видеокарту при выполнении масштабируемого инференса: чем выше индекс, тем лучше соотношение производительности к затратам. Среднее время инференса рассчитывалось как среднее арифметическое времени запуска всех протестированных экземпляров моделей BERT (таблица 3).

Таблица 3. Индексы эффективности видеокарт (BERT-инференс)

Видеокарта	RTX 6000Ada	RTX 5000Ada	RTX A6000	A100 SXM4	H100 NVL	A40	L40S	Tesla V100	Q RTX 6000	RTX 4090
Индекс	1107	1057	295	117	152	379	1234	265	398	3429

По результатам расчётов наибольшие значения индекса показали RTX 4090, RTX 6000 Ada и L40S, что подтверждает их высокую эффективность при сравнительно умеренной стоимости аренды. Напротив, такие видеокарты как

H100 NVL и A100 SXM4, несмотря на высокие технические характеристики, продемонстрировали более низкий индекс из-за значительно большей стоимости аренды.

В ходе проведённого исследования была проанализирована производительность и экономическая эффективность различных видеокарт при выполнении большого количества моделей BERT. Эксперименты показали, что высокие технические характеристики и стоимость оборудования не всегда гарантируют пропорциональное увеличение производительности.

Видеокарты RTX 6000 Ada и L40S продемонстрировали наилучший баланс между скоростью выполнения и стоимостью аренды, что делает их оптимальными для задач, связанных с массовым запуском моделей BERT. В то же время, более дорогие решения, такие как H100 NVL и A100 SXM4, не обеспечили соответствующего прироста эффективности, несмотря на значительно большую цену и объём памяти.

Таким образом, выбор видеокарты для практических задач, связанных с задачами обработки естественного языка с помощью модели семейства BERT должен основываться не только на максимальных технических показателях, но и на соотношении «производительность/стоимость» в конкретных сценариях использования.

Источники

1. Новиков, А. С. Использование языковой модели BERT для анализа текстов на русском языке / А. С. Новиков, Е. В. Шарлаев // Наукосфера. 2021. № 6-1. С. 200-202.

2. Вечканова, Ю. С. Использование BERT-моделей естественных языков для управления нормативно-справочной информацией / Ю. С. Вечканова, С. А. Федосин // Огарёвские чтения: Материалы всероссийской с международным участием научной конференции. Том Часть 1. Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2022. С. 416-419.

3. Прошина, М. В. Оптимизация больших языковых моделей / М. В. Прошина, А. Н. Виноградов // Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Москва: Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, 2024. С. 231-237.

УДК 004.89

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НАРУШЕНИЙ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА СТРОИТЕЛЬНОМ ОБЪЕКТЕ

Бадрутдинов Инзиль Ринатович[1], Тумбинская Марина Владимировна[2]
[1]ФГБОУ ВПО «КГАСУ», г. Казань, Россия
[2]ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
[1]badrootdinov@gmail.com, [2]tumbinskaya@inbox.ru

Аннотация. В статье представлена разработка интеллектуальной системы детектирования нарушений техники безопасности на строительном объекте. Разработанная система осуществляет мониторинг рабочих зон в режиме реального времени с использованием технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта. Алгоритмы детекции позволяют выявлять нарушения, такие как отсутствие защитных касок, фиксировать их и передавать информацию ответственным лицам. Данная система может использоваться как самостоятельное решение, так и интегрироваться в комплексные платформы управления строительными проектами.

Ключевые слова: техника безопасности, компьютерное зрение, искусственный интеллект, мониторинг, строительные объекты.

INTELLIGENT SYSTEM FOR DETECTING SAFETY VIOLATIONS AT A CONSTRUCTION SITE

Badrutdinov Inzil Rinatovich[1], Tumbinskaya Marina Vladimirovna[2]
[1]KGASU, Kazan, Russia
[2]KNRTU–KAI, Kazan, Russia
[1]badrootdinov@gmail.com, [2]tumbinskaya@inbox.ru

Abstract. This paper presents the development of an intelligent system for detecting safety violations at a construction site. The proposed system monitors work areas in real time using computer vision and artificial intelligence technologies. Detection algorithms enable the identification of violations, such as the absence of protective helmets, record incidents, and transmit information to responsible personnel. This system can be used as a standalone solution or integrated into comprehensive construction project management platforms.

Keywords: safety regulations, computer vision, artificial intelligence, monitoring, construction sites.

Строительная отрасль характеризуется высокими требованиями к безопасности, эффективности и качеству исполнения проектов. Одной из ключевых проблем является высокий уровень производственного травматизма,

связанный с недостаточным контролем за соблюдением техники безопасности [1], в частности – использованием защитных касок работниками. Традиционные методы мониторинга, основанные на визуальном контроле со стороны инспекторов, требуют значительных ресурсов и не всегда обеспечивают своевременное выявление нарушений.

Внедрение видеоаналитических технологий позволяет автоматизировать процесс контроля за соблюдением техники безопасности, обеспечивая мгновенное реагирование на нарушения, обнаружение потенциальных рисков и анализ эффективности работы персонала. Такие решения основаны на алгоритмах машинного обучения и компьютерного зрения, которые анализируют видеопоток с камер наблюдения, выявляют нарушения и передают информацию ответственным лицам в режиме реального времени. Это не только снижает вероятность человеческих ошибок, но и ускоряет процесс принятия решений, способствуя повышению уровня безопасности на строительных объектах и оптимизации использования ресурсов [2 - 5].

В данной работе рассматривается разработка прототипа программного обеспечения для автоматизированного контроля соблюдения техники безопасности на строительных объектах. Система использует технологии компьютерного зрения и глубокого обучения для анализа видеопотоков с камер наблюдения и выявления нарушений, связанных с отсутствием каски у сотрудников.

В основе системы лежит модель YOLO [6], обученная на специализированном наборе данных для детекции людей и их средств индивидуальной защиты. Применение алгоритмов искусственного интеллекта [7 - 9] позволяет автоматически фиксировать нарушения, отправлять уведомления ответственным лицам и формировать отчеты для дальнейшего анализа. Такая система способствует снижению числа несчастных случаев и повышению уровня безопасности на строительных объектах.

Современные методы компьютерного зрения и искусственного интеллекта позволяют автоматизировать мониторинг безопасности на строительных объектах. Одной из ключевых задач является распознавание объектов, таких как защитные каски, с целью контроля соблюдения правил охраны труда. Это достигается с помощью алгоритмов машинного обучения, в частности методов детектирования объектов (object detection).

Задача детектирования объектов сводится к анализу изображений и классификации обнаруженных элементов. Для каждого изображения определяется множество положений объектов, которые представляют собой ограничивающие прямоугольники. Каждому объекту присваиваются координаты, достоверность классификации и класс.

Алгоритм YOLO (You Only Look Once) является одним из самых быстрых

и точных методов детекции объектов. Он обрабатывает изображение за один проход, обеспечивая высокую производительность, что делает его идеальным для работы в реальном времени.

YOLOv8 – одна из последних версий алгоритма, обеспечивающая улучшенную точность и скорость. Она успешно применяется для анализа видеопотока с камер наблюдения с целью автоматического выявления нарушений техники безопасности, включая отсутствие защитных касок [6].

В процессе разработки системы мониторинга безопасности строительных объектов были определены следующие требования к её функциональности: регистрация и управление камерами наблюдения, обработка видеопотока в реальном времени, автоматическое выявление нарушений (отсутствие каски), фиксация и хранение инцидентов в базе данных, а также уведомление ответственных лиц о нарушениях.

Нефункциональные требования к системе включают высокую отказоустойчивость, возможность масштабирования для работы с большим количеством камер, удобный пользовательский интерфейс для строительных специалистов, а также обеспечение безопасности хранения и обработки данных.

Разработанная система способна подключаться к камерам наблюдения на стройке [10], анализировать видеопоток с помощью модели YOLOv8, определять наличие или отсутствие защитной каски у рабочих, фиксировать нарушения и уведомлять ответственных сотрудников. Кроме того, система позволяет анализировать статистику инцидентов, выявляя потенциальные проблемы в организации безопасности на объекте.

Входными параметрами системы являются видеопоток с камер и метаданные (время, место съёмки). Выходные параметры включают точность детекции, скорость обработки кадров и общую производительность системы. Целевые функции:

f_1 – повышение уровня безопасности на строительных объектах за счёт автоматизированного контроля;

f_2 – минимизация временных затрат на мониторинг за счёт автоматического анализа видеопотока.

Программное обеспечение системы реализовано с использованием технологий FastAPI (для обработки данных и управления системой), PostgreSQL (для хранения информации о нарушениях) и React (для веб-интерфейса). Для детекции объектов используется модель YOLOv8, способная работать в реальном времени, включая работу на устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами. Внедрение подобных решений повышает прозрачность и эффективность контроля за соблюдением техники безопасности на стройке. Автоматизированный мониторинг позволяет оперативно реагировать на нарушения, снижая риски травматизма и повышая дисциплину среди работников.

Источники

1. Арзуманов А.А., Рыжкова М.А., Семенова И.А., Хомяко М.С. Применение искусственного интеллекта в строительстве // Строительство и недвижимость. 2024. № 2 (15). С. 13-18.

2. Герейханов, О. М. Обзор технологий и методов видеоаналитики применимых в строительстве / О. М. Герейханов, Н. А. Карвелис, А. Р. Дедюхин // Оригинальные исследования. – 2024. – Т. 14, № 4. – С. 31-37. – EDN MRUKTX.

3. Yakimov I., Tregubov V., Tumbinskaya M. Creation of a unified industrial basis for the development and supply of applied research program packages at the kazan computer factory. В сборнике: Selected Papers - 2017 4th International Conference "Computer Technology in Russia and in the Former Soviet Union", SoRuCom 2017. 4. 2017. С. 126-130.

4. Томилин А.Н., Крайнева И.А., Тумбинская М.В., Трегубов В.М., Абзалов А.Р. Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР: страницы истории // История науки и техники. 2016. № 10. С. 15-26.

5. Тумбинская М.В., Абзалов А.Р. Исследование результатов применения программного тренажера по реагированию на факты реализации компьютерных угроз в АСУ ТП // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 1 (97). С. 83-96.

6. Буров, С. А. Контроль правил ношения форменной одежды с применением нейронной сети YOLOv8 / С. А. Буров, А. О. Ушаков // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. – 2024. – Т. 15, № 4(66). – С. 35-49. – EDN BUADCV.

7. Petrovsky V., Tumbinskaya M. The history and prospects of information security at Russian enterprises. В сборнике: Proceedings - 3rd International Conference on Computer Technology in Russia and in the Former Soviet Union, SoRuCom 2014. 3. 2015. С. 143-146.

8. Тумбинская М.В. Организационное обеспечение процесса управления IT-инфраструктурой в системе защиты информации на предприятии // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. № 1 (286). С. 31-41.

9. Тумбинская М.В., Галиев Р.А. Идентификация фейк-новостей с помощью веб-ресурса на основе нейронных сетей // Программные продукты и системы. 2023. № 4. С. 590-599.

10. Коваленко С.В., Алешков Д.С. Идентификация опасностей при реализации объекта по строительству нефтеперерабатывающей установки подрядными организациями // Безопасность труда в промышленности. 2024. № 11. С. 58-66.

УДК 004.85

ВЫБОР МЕТОДОВ ПОИСК КРИТИЧНЫХ ДАННЫХ В ЛОГАХ В CRM-СИСТЕМЕ БАНКА

Бандель Елизавета Станиславовна
ФГАОУ ВО «СПбПУ», г. Санкт-Петербург, Россия
bandel_es@edu.spbstu.ru

Аннотация. В исследовании решается задача выбора метода для проведения поиска критичных данных в логах. В начале приводится анализ существующих решений для распознавания и идентификации именованных сущностей, а далее рассматриваются методы для поставленной задачи. В результате проведенного анализа формируется список методов машинного обучения, которые подходят для задачи поиска критичных данных в CRM-системе банка.

Ключевые слова: CRM-система, машинное обучение, NER, методы.

SELECTING CRITICAL DATA SEARCH METHODS IN LOGS IN THE BANK'S CRM SYSTEM

Bandel S. Elizaveta
SPbPU, Saint-Petersburg, Russia
bandel_es@spbstu.ru

Abstract. The study solves the problem of selecting a method to perform a search for critical data in logs. At the beginning, the analysis of existing solutions for recognizing and identifying named entities is given, and then the methods for the task at hand are considered. The analysis results in a list of machine learning methods that are suitable for the task of searching critical data in a bank's CRM system.

Keywords: CRM system, machine learning, NER, methods.

Современные информационные системы хранят в себе большое количество различных данных, в том числе персональных, поэтому возникает потребность в эффективных механизмах контроля доступа. Для банковской сферы это особенно актуально, так как в ней происходит работа с информацией о средствах и счетах клиента. Любая утечка или несанкционированный доступ к таким данным может привести к серьезным финансовым и репутационным потерям как для банка, так и для самого клиента. Для того, чтобы механизмы контроля доступа были корректны, необходимо понимать критичность данных. Эффективная система управления доступом должна учитывать различную степень критичности частей системы, чтобы минимизировать риски и адаптироваться к динамичным изменениям в бизнес-процессах.

В рассматриваемой CRM-системе (прикладное программное обеспечение для организаций, предназначенное для автоматизации стратегий взаимодействия с клиентами) о критичности данных можно узнать с помощью логов, в которых хранится информация о вызове конечных точек API. Вызовы могут содержать критичные данные в параметрах запроса и ответа.

Службой безопасности банка был подготовлен список данных, которые относятся к критичным, а значит их необходимо найти в логах. При этом каждая сущность имеет свою критичность. Информация представлена в таблице 1.

Таблица 1. Список критичных сущностей

Группа	Сущность	Описание	Критичность
FIO	firstName	Имя	5
	middleName	Отчество	5
	lastName	Фамилия	5
PHONE	phoneNumber	Номер телефона	20
ADDRESS	address	Адрес	10
EMAIL	email	Адрес электронной почты	10

Задачу нахождения критичных данных в логах можно отнести к распознаванию именованных сущностей (NER). Это задача обработки естественного языка (NLP), которая заключается в выявлении и классификации именованных сущностей в тексте.

Одним из главных проектов является «Наташа» [1]. Сначала проект предполагал только распознавание именованных сущностей, но затем перерос в полноценный инструмент для решения задач NLP: морфологический анализ, токенизация и др. Данный проект имеет открытый исходный код и легкую интеграцию. На рисунке 2.1 можно увидеть пример результата работы.

Следующий популярный инструмент для задачи NER – Deeppavlov. Это open-source ИИ фреймворк [2], разработанный лабораторией нейронных сетей и глубокого обучения МФТИ. Решение требует значительных вычислительных мощностей. На рисунке 2.2 представлен пример результата работы.

Также существует Pullenti SDK – это SDK для разработчиков информационных систем, имеющих дело с неструктурированными данными – текстами на естественном языке. Инструмент умеет: морфологический анализ, выделение именных групп, анализ концов предложений и кавычек и пр.

Подробнее рассмотрим возможность описанных решений распознавать категории критичных данных, с помощью таблицы 2.

Таблица 2. Сравнительная таблица существующих инструментов

Сущность/ Инструмент	Наташа	Deeppavlov	Pullenti SDK
Фамилия, имя, отчество (отдельно)	-	-	-
Телефон	-	+	+
Адрес	+	+	+
Адрес электронной почты	+	+	+

По таблице видно, что ни один из инструментов полностью не покрывает список требуемых для распознавания сущностей. Поэтому было принято решение разработать собственный сервис. Необходимо выбрать подходящие методы для распознавания сущностей.

Первый подход – регулярные выражения. Этот метод основан на поиске заранее известных паттернов (например, номеров паспортов, банковских карт, телефонов) в логах с помощью регулярных выражений. Например, регулярное выражение \b\d{4} \d{6}\b найдет паспорт с номером в формате "4509 123456". Разнообразное их использование становится все более широким с каждым днем, они эффективно внедряются как средства анализа текстовых потоков данных [3, 4]. Основная проблема этого метода – для всех случаев потребуется писать отдельные регулярные выражения, что увеличивает сложность. Таким образом, регулярные выражения работают, если формат данных стабилен и всегда известен.

Второй подход – классические модели машинного обучения. Эти методы часто основываются на математических и статистических принципах. Такой способ не требует большого количества вычислительных мощностей и быстро работает на больших потоках данных, однако без хорошей выборки модель может плохо работать. Примеры классических моделей: линейная регрессия, деревья решений и др.

Третий подход – использование нейросетей. Этот метод основан на применении глубоких нейронных сетей (deep learning), которые способны глубоко анализировать контекст и находить сложные паттерны в логах, даже если формат данных постоянно меняется. Но использование нейросетей требует много ресурсов (GPU/TPU) и большое количество размеченных данных для хорошей точности.

Для принятия решения по выбору метода составим сравнительную таблицу 3.

Таблица 3. Сравнительная таблица методов

Критерий/Метод	Регулярные выражения	Классические ML-модели	Нейросети (DL)
Скорость работы	Очень высокая	Высокая	Низкая
Точность	Низкая (зависит от шаблонов)	Средняя	Высокая
Требуемые ресурсы	Минимальные	Средние	Высокие
Обучение	Не требуется, но нужны четкие правила	Требуется обучающая выборка	Требуется много данных и времени

Для параметров, которые всегда имеют определенный формат, подойдет вариант с регулярными выражениями. Для остальных параметров будут использованы классические модели машинного обучения, так как для решения

поставленной задачи важно быстро обрабатывать логи без глубоко анализа, при этом затраты по ресурсам не должны быть высокими.

Задачу распознавание именованных сущностей можно отнести к многоклассовой классификации, поэтому далее рассмотрим использование популярных методов машинного обучения для классификации данных в таблице 3. При этом будем учитывать 2 критерия:

1) Возможность многоклассовой классификации;

2) Корректная работа при независимых или малозависимых данных.

Таблица 4. Сравнительная таблица классических методов машинного обучения

Метод	Многоклассовая классификация	Независимые или малозависимые данные
Линейная регрессия	Нет	Да
Логистическая регрессия	Да	Да
Метод k ближайших соседей (KNN)	Да	Да
Деревья решений	Да	Да
Метод опорных векторов	Да (много вычислений для > 2 классов)	Да
Метод k-средних (K-means)	Да	Нет
Наивный Байес	Да	Да

Таким образом, для решения поставленной задачи подойдут следующие методы: логистическая регрессия, метод k-ближайших соседей, деревья решений, а также наивный Байес.

Источники

1. Инструмент распознавания именованных сущностей Natasha [Элекстронный ресурс]. https://github.com/natasha/natasha (дата обращения: 11.03.25)

2. Инструмент распознавания именованных сущностей Deeppavlov [Электронный ресурс]. http://deeppavlov.ai/ (дата обращения: 11.03.25).

3. Втюрин М.В. Применение формальных грамматик для сокращения объема текстовой информации // Инновационное развитие: технический и технологический аспекты: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. Уфа, 2019. С. 22–25.

4. Кагиров И.А., Леонтьева А.Б. Автоматический синтаксический анализ русских текстов на основе грамматики составляющих // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2008. Т. 51. № 11. С. 47–51.

УДК 004.93

ВЕБ-СЕРВИС РАСПОЗНАВАНИЯ НОМЕРНЫХ ЗНАКОВ АВТОМОБИЛЕЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Барабаш Константин Алексеевич, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
kostyandriy@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача создания веб-сервиса для распознавания номерных знаков автомобилей на основе сверточной нейронной сети. Ее решение потребовало выполнения следующих последовательных этапов: обучение нейросетевой модели на базе InceptionV3, использование обученной модели, реализация веб-сервиса с использованием обученной модели. Основными функциями разработанного веб-сервиса являются: загрузка файла изображения автомобиля для распознавания, использование обученной нейросетевой модели для распознавания номера автомобиля, вывод результата распознавания в виде соответствующего сообщения пользователю. Разработанный веб-сервис продемонстрировал успешное распознавание символов автомобильных номеров, что свидетельствует о возможности его эффективной интеграции с системой контроля доступа автомобилей.

Ключевые слова: распознавание автомобильных номеров, номерной знак автомобиля, нейронная сеть, нейросетевая модель, моделирование, веб-сервис.

WEB SERVICE FOR RECOGNITION OF VEHICLE LICENSE PLATES BASED ON A NEURAL NETWORK

Barabash Konstantin Alekseevich, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
kostyandriy@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Abstract. The problem of creating a web service for recognizing car license plates based on a convolutional neural network is considered. Its solution required the following successive stages: training a neural network model based on InceptionV3, using the trained model, implementing a web service using the trained model. The main functions of the developed web service are: loading a car image file for recognition, using a trained neural network model to recognize a car number, outputting the recognition result as a corresponding message to the user. The developed web service demonstrated successful recognition of car number symbols, which indicates the possibility of its effective integration with the car access control system.

Keywords: license plate recognition, car license plate, neural network, neural network model, modeling, web service.

В настоящее время системы распознавания номерных знаков автомобилей [1-3] приобретают большое практическое значение для повышения безопасности и управления доступом на территории с ограниченным доступом, такие как предприятия, жилые комплексы или охраняемые зоны. Они способствуют оптимизации процессов, автоматизируя идентификацию автомобилей и снижая необходимость в ручной проверке.

С ростом числа интеллектуальных систем видеонаблюдения [4-6] и развитием «умных» технологий спрос на надежные системы распознавания увеличивается. Традиционные методы обработки и анализа изображений [7, 8], основанные на ручном подборе признаков и алгоритмах, основанных на правилах, имеют низкую адаптивность к изменению внешних условий, освещения и ракурсов. Нейронные сети [9-11] и, в частности, сверточные нейронные сети [12, 13], показали высокую эффективность, поскольку способны обучаться сложным паттернам непосредственно из данных, что делает их перспективным решением для задач распознавания автомобильных номеров и обеспечения безопасности контрольно-пропускных систем.

Для того, чтобы идентифицировать автомобиль в системе контроля доступа, сначала необходимо найти сам автомобиль в потоке транспортных средств, а затем распознать информацию, которую он несет, включая номерной знак, марку и модель [14]. Если требуется идентифицировать один автомобиль, задача несложна и может быть выполнена вручную, но с ростом количества автомобилей эта процедура становится трудоемкой, а вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, увеличивается. В таких условиях автоматизация процесса распознавания номерных знаков транспортных средств становится наиболее значимой и актуальной [15]. Решение этой задачи может быть основано на применении нейросетевой технологии распознавания [16, 17] и создания специализированного веб-сервиса для контроля за автомобилем.

В работе для создания нейросетевой модели использован язык программирования python версии 3.7 и ряд библиотек, предоставляющих удобный функционал для решения поставленных задач [18]: Tensorflow, OpenCV и Pytesseract. Для создания веб-сервиса также использован python3.7 с добавлением библиотеки Flask. Рассмотрим более подробно решение указанных задач.

Реализация проекта потребовала выполнения следующих этапов:

1) обучение нейросетевой модели на базе InceptionV3;

2) использование обученной модели;

3) реализация веб-сервиса с использованием обученной модели.

Основными этапами обучения нейросетевой модели являются:

1) загрузка изображений – указание путей к изображениям и к их соответствующим xml-файлам;

2) чтение метаданных – извлечение информации о координатах, ограничивающих рамки номерных знаков из файлов xml;

3) создание модели: в качестве основы использована модель InceptionV3 и на ее основе построена модель распознавания автомобильных номерных знаков;

4) компиляция и обучение модели: компиляция модели произведена с использованием среднеквадратичной функции потерь и оптимизатора Adam;

5) сохранение обученной модели.

Основными этапами использования обученной модели являются:

1) загрузка готовой модели с использованием Tensorflow и Keras;

2) обработка изображения – его загружается, поиск области, где находится пластина с номером, и сохранение координат этой области;

3) обработка знаков – при помощи OCR и ранее сохраненных координат распознавание текста номерного знака;

4) сохранение полученного текста и отправка его в веб-сервис;

5) сверка полученного текста с базой зарегистрированных номеров и отправка соответствующего результата в веб-сервис.

Основными функциями веб-сервиса являются:

1) загрузка файла изображения для распознавания;

2) использование обученной модели для распознавания номера;

3) вывод результата распознавания в виде соответствующего сообщения.

На рисунках 1 и 2 представлены примеры работы веб-сервиса.

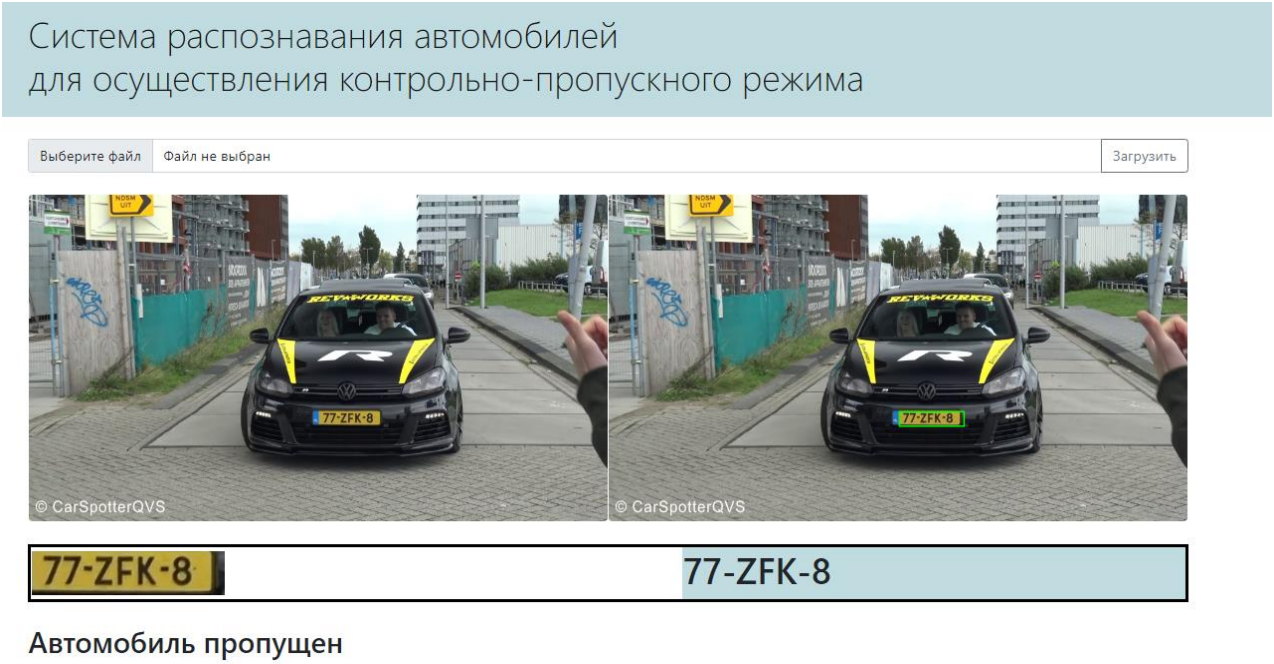


Рис. 1. Пример работы веб-сервиса (пропуск автомобиля)

Рис. 2. Пример работы веб-сервиса (не пропуск автомобиля)

Таким образом, веб-сервис продемонстрировал успешное распознавание символов автомобильных номеров, что свидетельствует о возможности его эффективной интеграции с системой контроля доступа автомобилей.

Источники

1. Бондарев О.Д. Интеллектуальная система автоматического контроля парковки автомобилей // Наука и бизнес: пути развития. 2022. № 8. С. 17-21.

2. Белогаев С.П. Автоматизированная информационная система распознавания автомобильных номеров // Аллея науки. 2017. № 10. С. 776-782.

3. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

4. Кутурга В.В. Интеллектуальная система видеонаблюдения // Вестник молодежной науки России. 2019. № 1. С. 12-15.

5. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Шлеймович М.П. Повышение эффективности обнаружения лица и глаз человека на видеоизображении в задачах бесконтактного выявления потенциально опасных лиц // Информация и безопасность. 2016. Т. 19. № 4. С. 519-522.

6. Катасёв А.С., Макаров Д.А. Методика, алгоритмы и программный комплекс слежения за движущимся объектом в системах видеонаблюдения // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2010. № 4. С. 145-150.

7. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Шлеймович М.П. К вопросу о бесконтактном определении физиологического состояния человека // Вестник НЦБЖД. 2015. № 1 (23). С. 13-21.

8. Шлеймович М.П., Дагаева М.В., Катасёв А.С., Ляшева С.А., Медведев М.В. Анализ изображений в системах управления беспилотными автомобилями на основе модели энергетических признаков // Компьютерные исследования и моделирование. 2018. Т. 10. № 3. С. 369-376.

9. Смирнов Ю.Н., Абдуллин А.И., Каляшина А.В. Нейронные сети для анализа биомедицинских изображений // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 106-109.

10. Майорова Е.С., Зарипова Р.С. Решение задачи переноса стиля на изображения с использованием нейронных сетей // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 228-230.

11. Нургалиев Б.Х., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания изображений типа Captcha // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 104-107.

12. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.

13. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.

14. Левин С.М., Тихонов А.Е. Разработка программного продукта для считывания номеров автомобилей с камер видеонаблюдения // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. 2024. № 1-3. С. 193-197.

15. Levin S.M., Tikhonov A.E. Case Study: Software Solution for Vehicle License Plate Detection // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Industrial Cybernetics. 2024. Vol. 2. No. 1. P. 1-6.

16. Катасёв А.С., Катасёва Д.В. Разработка нейросетевой системы классификации электронных почтовых сообщений // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2015. № 1 (25). С. 68-78.

17. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс определения функционального состояния человека // Автоматизация процессов управления. 2017. № 3 (49). С. 88-95.

18. Самойлова Т.А. Нейроуправление движением в реальном времени // Системы компьютерной математики и их приложения. 2019. № 20-1. С. 244-250.

УДК 004.93

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ РАСПОЗНАВАНИЯ НОМЕРНЫХ ЗНАКОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Барабаш Константин Алексеевич, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
kostyandriy@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача распознавания номерных знаков автомобилей на основе нейронной сети. Для построения модели произведены сбор и подготовка данных для анализа. Данные собраны на основе 250 фотографий автомобилей с номерами под разными ракурсами. Все изображения случайно были разделены на «обучающие» (80%) и «тестовые» (20%). После подготовки данных произведено обучение 3-х моделей: InceptionResNetv2, InceptionV3 и ResNet50. Наиболее эффективной оказалась модель InceptionV3. Ее обучение происходило в течение 180 эпох, время обучения модели составило 7020 секунд. Точность на обучающей выборке составила 99,98%, а на тестовой – 99,22%. Полученные значения точности указывают на успешное обучение модели и возможности ее эффективного практического использования.

Ключевые слова: сверточная нейронная сеть, нейросетевое моделирование, номерной знак автомобиля, глубокое обучение, распознавание.

NEURAL NETWORK MODEL FOR VEHICLE LICENSE PLATE RECOGNITION

Barabash Konstantin Alekseevich, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
kostyandriy@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Abstract. The problem of car license plate recognition based on a neural network is considered. To build the model, data was collected and prepared for analysis. The data was collected based on 250 photographs of cars with license plates from different angles. All images were randomly divided into "training" (80%) and "test" (20%). After preparing the data, 3 models were trained: InceptionResNetv2, InceptionV3 and ResNet50. The InceptionV3 model turned out to be the most effective. It was trained over 180 epochs, the training time of the model was 7020 seconds. The accuracy on the training sample was 99.98%, and on the test sample - 99.22%. The obtained accuracy values indicate successful training of the model and the possibility of its effective practical use.

Keywords: convolutional neural network, neural network modeling, car license plate, deep learning, recognition.

В последние годы достижения в области искусственного интеллекта [1-3] и машинного обучения [4-6] стали катализатором революционных прорывов в различных областях. Одним из направлений, в которых наблюдается значительный прогресс, является компьютерное зрение [7, 8], расширяющее возможности компьютеров в интерпретации и понимании визуальной информации. Этот прогресс нашел практическое применение в разработке технологий для реального мира. Одной из областей, где активно применяются технологии компьютерного зрения, является автоматическое распознавание автомобильных номеров [9, 10], например, в системах фото- видео-фиксации автомобильных нарушений или в системах контрольно-пропускного режима.

С развитием технологий глубокого обучения [11-13] нейросетевые модели стали основой для решения сложных задач классификации и идентификации в различных областях, включая системы контроля доступа. В контексте распознавания номерных знаков автомобилей выделяют два основных подхода [14]: Convolutional Neural Networks (CNN) и Recurrent Neural Networks (RNN).

CNN – это класс глубоких нейронных сетей, разработанных для обработки изображений и анализа структурированных данных. CNN способны извлекать пространственные признаки из изображений, что делает их эффективными для задач, связанных с распознаванием объектов и их классификацией. В контексте распознавания автомобилей CNN помогает выделять их характерные черты, такие как форма и цвет, а также номера, что упрощает их идентификацию.

RNN – это класс нейронных сетей, ориентированных на обработку последовательных данных, которые способны учитывать зависимости между элементами последовательности. В системах распознавания автомобилей RNN могут эффективно справляться с последовательностями символов, например, при распознавании букв и цифр номерного знака автомобиля. Этот подход особенно полезен для обработки текста и обеспечивает точность расшифровки буквенно-цифровых комбинаций, что улучшает идентификацию транспортных средств в режиме реального времени.

Также существуют гибридные модели [15], сочетающие возможности как CNN, так и RNN. Эти модели используют сильные стороны CNN для выделения пространственных признаков и RNN для учета последовательных зависимостей, например, при работе с текстовыми элементами. В контексте распознавания номеров автомобилей гибридные модели могут извлекать пространственные особенности, такие как форма и размер автомобиля, а также эффективно анализировать последовательности символов на номерных знаках. Сочетание этих архитектур часто повышает точность и производительность системы, позволяя более глубоко и всесторонне обрабатывать информацию, необходимую для надежной идентификации транспортных средств.

Для построения нейросетевой модели распознавания номерных знаков автомобилей произведены сбор и подготовка исходных данных для анализа [16, 17]. Данные были собраны на основе 250 фотографий автомобилей с номерами, представленными под разными ракурсами. Каждая фотография была обработана вручную с выделением области номерного знака и сохранения ее в формате xml с помощью утилиты LabelImage.

На рисунке 1 представлен пример использования этой утилиты.

Рис. 1. Выделение области с номером автомобиля

Нужно открыть изображение в LabelImage и выделить на нем область с номерным знаком, а затем сохранить. Сохранение происходит в xml-файл.

Далее все изображения случайно были разделены на «обучающие» (80%) и «тестовые» (20%), чтобы можно было проверять точность модели.

После подготовки данных к анализу реализован этап обучения 3-х моделей: InceptionResNetv2, InceptionV3 и ResNet50.

На рисунке 2 представлен фрагмент обучения модели InceptionV3.

```
Epoch 175/180
18/18 [==============================] - 35s 2s/step - loss: 1.7003e-04 - val_loss: 0.0074
Epoch 176/180
18/18 [==============================] - 35s 2s/step - loss: 1.5713e-04 - val_loss: 0.0074
Epoch 177/180
18/18 [==============================] - 35s 2s/step - loss: 1.6010e-04 - val_loss: 0.0078
Epoch 178/180
18/18 [==============================] - 35s 2s/step - loss: 1.9108e-04 - val_loss: 0.0074
Epoch 179/180
18/18 [==============================] - 35s 2s/step - loss: 1.4531e-04 - val_loss: 0.0074
Epoch 180/180
18/18 [==============================] - 35s 2s/step - loss: 1.5525e-04 - val_loss: 0.0078
```

Рис. 2. Фрагмент процесса обучения нейросетевой модели InceptionV3

Результаты обучения моделей представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение результатов обучения моделей

Название модели	Количество параметров	Время обучения, сек
InceptionResNetv2	73 602 946	11000
InceptionV3	47 495 106	7020
ResNet50	73 837 346	10800

Наиболее эффективной оказалась модель InceptionV3. Заметна линейная зависимость между временем обучения и количеством обрабатываемых параметров. Эта связь подчеркивает важность оптимизации ресурсов при выборе модели для конкретной задачи. Ее обучение происходило в течение 180 эпох, время обучения модели составило 7020 секунд.

Рассмотрим последнюю эпоху обучения InceptionV3 (см. рис. 2). В ней есть два параметра: loss и val_loss. Loss – это значение потерь на обучающем наборе данных. Значение этого показателя оказалось равным 1,5525e-04, т.е. только ~0,016% примеров были классифицированы неверно. Соответственно, точность здесь равна 99,98%. Val_loss означает значение потерь на тестовом наборе данных. Значение этого показателя оказалось равным 0,0078, следовательно, процент ошибок – 0,78%. В данном случае тестовая точность равна 99,22%.

Полученные значения точности позволяют утверждать, что модель обучена успешно. Таким образом, построенная модель может быть эффективно использована для распознавания номерных знаков автомобилей.

Источники

1. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Ахметшин Д.А. Роль технологий искусственного интеллекта в цифровой трансформации транспортной отрасли // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 7. № 10 (139). С. 47-53.
2. Подольская М.А., Катасёв А.С. Применение систем искусственного интеллекта для диагностического процесса в вертеброневрологии // Казанский медицинский журнал. 2007. Т. 88. № 4. С. 346-351.
3. Катасёв А.С., Подольская М.А. Новая информационная технология: искусственный интеллект в обработке медицинских данных // Неврологический вестник. 2006. Т. 38. № 3-4. С. 85-90.
4. Смирнов Ю.Н., Каляшина А.В. Использование нейросетевых методов в задаче повышения разрешения Super Resolution // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 10. С. 55-57.
5. Смирнов Ю.Н., Абдуллин А.И., Каляшина А.В. Нейронные сети для анализа биомедицинских изображений // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 106-109.

6. Нургалиев Б.Х., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания изображений типа Captcha // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 104-107.

7. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Шлеймович М.П. К вопросу о бесконтактном определении физиологического состояния человека // Вестник НЦБЖД. 2015. № 1 (23). С. 13-21.

8. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.

9. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

10. Силаева А.Э., Юрчев В.А. Прикладное использование алгоритма распознавания государственных автомобильных номеров // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 3-3. С. 112-115.

11. Рахманов П.А., Гаррыев С.С., Реджепгелдиев С.С. Глубокое обучение и машинное обучение: ключевые отличия и влияние на современные технологии // Вестник науки. 2024. Т. 4. № 4 (73). С. 651-654.

12. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.

13. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С., Шалаева Д.В. Нейросетевая технология анализа транспортных потоков в автоматизированных системах управления дорожным движением // Программная инженерия. 2023. Т. 14. № 10. С. 513-519.

14. Ляшева М.М., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Обнаружение автомобильного номера с использованием весовой модели изображения // Вестник НЦБЖД. 2021. № 4 (50). С. 103-111.

15. Поволоцкий М.А., Кузнецова Е.Г., Уткин Н.В. Сегментация регистрационных номеров автомобилей с применением алгоритма динамической трансформации временной оси // Сенсорные системы. 2018. Т. 32. № 1. С. 50-59.

16. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Аугментация данных и построение нейросетевых моделей распознавания рукописных символов в системах биометрической аутентификации // Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 3. С. 366-371.

17. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Обнаружение программ-ботов в социальных сетях на основе методов интеллектуального анализа данных // Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 4. С. 540-545.

УДК 004.89

ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ОТЧЁТОВ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И УВЕЛИЧЕНИЯ КАПИТАЛИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Бачурина Елена Петровна[1], Полуян Павел Вадимович[1,2], Шикунов Сергей Анатольевич[1,2]
[1] ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия,
[2] ООО «Институт оценки информации», г. Красноярск, Россия
[1] hellenb@mail.ru, [2] polyan2002@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена методология интеллектуального анализа текста в системах цифровой обработки материалов из области геологоразведки. Решается проблема полезного использования текстовых отчетов, извлечения и обработки содержащейся в них информации и превращения ее в инструмент для принятия решений и последующего увеличения капитализации предприятия. Представлена лингвистическая модель, обученная на массиве геологоразведочных отчётов.

Ключевые слова: геологоразведка, извлечение данных, интеллектуальный анализ текста, текстовый архив, структурирование информации.

LINGUISTIC MODEL FOR TEXT MINING IN GEOLOGICAL EXPLORATION REPORTS AND ITS APPLICATION FOR DECISION-MAKING AND INCREASING ENTERPRISE CAPITALIZATION

Elena P. Bachurina[1], Pavel V. Poluyan[1,2], Sergey A. Shikunov[1,2]
[1]FSAEI HE Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia,
[2]Institute for Information Assessment LLC, Krasnoyarsk, Russia
[1]hellenb@mail.ru, [2]polyan2002@mail.ru

Abstract. Text mining methodology in digital processing systems in geological exploration is considered. The problem of using text reports, extraction and processing of information and its transformation into a tool for decision-making and increase in capitalization of the enterprise is solved. A linguistic model trained on an array of geological exploration reports is presented.

Keywords: geological exploration, data extraction, text mining, text archive, information structuring.

Значительную часть геологоразведочных архивов ресурсной отрасли составляют неструктурированные данные на естественном языке. И если данные о результатах сейсморазведки извлекаются и автоматически

обрабатываются, то информация текстовых фрагментов, составляющих большую часть отчетов, остается доступной только для ручной обработки. Чтобы автоматизировать этот процесс, требуются методы интеллектуального анализа текста (Text Mining) [1]. Внедрение цифровых технологий в данную область актуально и перспективно, поскольку банки данных многочисленных нефтегазовых компаний обладают многообещающим потенциалом для их использования в процессах принятия решений.

В статье [2] китайских специалистов названы пути решения проблемы: «Искусственный интеллект является ключом к анализу и повышению ценности больших данных, а граф знаний является одним из важных краеугольных камней искусственного интеллекта. В процессе извлечения информации точная идентификация сущностей в неструктурированном тексте является основополагающей задачей, известной как распознавание геологических именованных сущностей (Geo-NER). Она направлена на определение границ и типов конкретных геологических сущностей, таких как слои, горные породы, минералы, геологический процесс. Однако существующие методы обычно требуют большого количества аннотированных корпусов текстов и сталкиваются с проблемами распознавания длинных элементов». Поэтому в работе [2] предлагается двухэтапный метод тонкой настройки. Предлагаемая модель достигает очень высокой оценки по сравнению с базовыми моделями.

С учетом изученного опыта, специалисты IT-стартапа ООО «Институт оценки информации» сформулировали программу НИОКР по автоматическому структурированию и переработке базы сейсморазведочных отчетов, что поможет сократить время на анализ накопленной отчетной документации и сократит сроки и стоимость камерального исследования. Суть проекта состоит в запуске и тестировании интерактивного прототипа программного комплекса «Geo-Text Mining» для автоматического преобразования текстовой части отчетов по геологоразведке в реляционные базы данных, с функцией основных пользовательских запросов, позволяющих осуществлять анализ и сопоставление отчетов для последующего принятия решений.

Компания «Институт оценки информации» использовала собственные программные разработки, защищенные свидетельствами о государственной регистрации [5, 6]. Мы исходили из перспективы создания ИИ, способного вести обработку текстовой части геологоразведочных отчетов и других неструктурированных архивных файлов (Text Mining). Специалисты компании выдвинули следующий подход к решению проблемы: имеющиеся в распоряжении предприятия семантические технологии позволяют автоматически структурировать любой текст на базе универсальной онтологии: локация места, времени, акторы процесса, процесс, объект на который направлен процесс, условия действия.

Мы предположили, что можно дополнить таблицу данных разделами, соответствующими геолого-сейсморазведочной тематике, чтобы ИИ по размеченным данным мог обучиться классификации терминов по разделам таблицы. Тогда при поступлении запроса к системе основная задача её состоит в том, чтобы идентифицировать конкретный отчет из множества архивных, определить, где есть информация (знания и факты), которые лучше всего соответствуют ответу на поставленный вопрос.

Нами разработана программа для ЭВМ «Транспилятор TXT2DB» модуль Web-реализация [5], основанная на применении комплекса семантических технологий, преобразующих текстовой файл в базу данных.

Следующий этап НИОКР – соединение уже воплощенных семантических технологий с нейросетью и решение задачи успешной интеграции семантически организованной базы данных и нейросети, а также ее выбора и научно-экспериментальное доказательство ее применимости.

Названный программный комплекс составляет ответ и находит варианты отчетов, соответствующие запросу. Далее ИИ выводит на интерфейс данные найденного отчета и помещает в соответствующих столбцах обнаруженные сущности. В идеале мы должны получить нейросеть, владеющую информацией по всем текстам сейсморазведочных отчетов и способную давать развернутый ответ на конкретные запросы пользователя.

Задачу можно сформулировать следующим образом. Имеется массив файлов, содержащий отчёты геологоразведки. Необходимо организовать выполнение запросов в произвольной текстовой форме, в результате выполнения которых будут получены номера отчётов, содержащих информацию, отвечающую на запрос. Для решения такой задачи мы решили применить искусственную нейронную сеть, представляющую собой большую лингвистическую модель, обученную на массиве отчётов. Предполагалось, что возможны два подхода к идентификации отчёта по запросу. Первый – использование Masked language model, второй – использование модели Next sentence prediction. В первом случае запрос содержит в себе номер отчёта, заменённый маской, значение которой определяет нейронная сеть, и которое является ответом на запрос. Во втором случае сеть обучается на специальном датасете, содержащем как предложения отчёта, так и предложения с номерами этих отчётов. Запрос при этом является первым предложением, а сеть определяет наиболее подходящее второе предложение, в котором и заключён номер отчёта с ответом на запрос.

Одной из задач, с которой успешно справляются искусственные нейронные сети, является задача классификации. Эта задача может быть представлена как задача поиска механизма отображения множество описаний объектов X на множество номеров (или наименований) классов Y. Существует

неизвестная целевая зависимость – отображение $X \to Y$, значения которой известны только на объектах конечной обучающей выборки $Xm = \{(x1, y1),\ldots, (xm, ym)\}$. Требуется построить алгоритм $X \to Y$, способный классифицировать произвольный объект $x \in X$.

Для поставленной здесь проблемы задачу классификации можно рассматривать в следующем ракурсе. Имеется бесконечное множество запросов X и ограниченное количество отчётов Y, которые могут идентифицироваться номерами. Необходимо построить алгоритм, способный классифицировать каждый запрос, т.е. отнести его к одному или нескольким отчётам, в которых находится ответ на данный запрос. Таким образом, данную задачу можно рассматривать как задачу классификации.

Эту задачу мы решали в ходе выполнения пилотного проекта конце 2023 г. Источником данных стал набор файлов, предоставленных заказчиком, содержащий обезличенные отчёты геологоразведки, где были изменены географические параметры и цифровые данные исследований. Для использования все отчёты были переведены в обычный текстовый формат ANSI, т.е. все рисунки, заголовки и таблицы были удалены.

Для решения поставленной задачи используется предобученная искусственная нейронная сеть, реализующая большую лингвистическую модель. Данная сеть дообучается на данных, находящихся в отчётах. Для этого тексты отчётов модифицируются таким образом, чтобы каждый текст обладал специфическими маркерами, идентифицирующими каждый отчёт.

Классической нейронной сетью, реализующей Masked language model и модель Next sentence prediction, является сеть BERT. Эта сеть обладает достаточно скромными аппаратными требованиями при эксплуатации и дообучении, например, по сравнению с сетями семейства GPT.

Для данного проекта была выбрана нейронная сеть BERT. Выбор был основан частично на вышесказанных заключениях, а дополнительными аргументами стал опыт коллег [2,3] по использованию сети семейства BERT.

Так в работе [3] говорится: «В настоящее время в области геологии не хватает высококачественного корпуса для распознавания именованных сущностей. На основе концептуальной структуры геологической онтологии и анализа характеристик геологических текстов разработана система классификации типов геологических именованных сущностей под руководством экспертов-геологов, сформулирована спецификация аннотаций, разработан инструмент аннотирования, и первый корпус распознавания именованных сущностей для геологической области аннотирован на основе реальных отчетов. На основе этого корпуса для экспериментов были выбраны модели ALBERT, BiLSTM, CRF и ALBERT-BiLSTM. Результаты показывают,

что эффективность распознавания моделей высока и обеспечивает корпус и техническую поддержку для извлечения информации» [3].

Составленный нами словарь именованных сущностей из области сейсморазведки включал более 300 понятий. Обращение к сети с запросами было организовано в следующем виде: сеть получала на вход запрос в качестве первого предложения, в котором могла находиться именованная сущность, и автоматически в качестве второго предложения предложение вида «Отчёт номер <номер отчёта>». На каждый запрос сети отправлялось столько пар, на сколько отчётах сеть была дообучена. Обращения, получившие положительный ответ от сети, определяли номер отчёта с содержимым релевантным запросу. Поскольку нейронная сеть не детерминирована в своих ответах, то каждую пару подавали многократно, например десять раз, и число положительных ответов сети интерпретировалось как степень релевантности.

Мы получили хорошие результаты: поведение функции потерь показывало, что сеть обучается. Результаты ручного тестирования, т.е. экспертного формирования запросов и оценки релевантности запроса и содержимого отчёта, номер которого выдавала сеть, оказались успешными. Таким образом, использование модели Next sentencep rediction реализованной с помощью дообученной сети BERT доказало свою эффективность. В настоящий момент мы продолжаем НИОКР в рамках программы R&D Института нефти и газа Сибирского федерального университета.

Источники

1. Бачурина Е.П., Полуян П.В., Шикунов С.А. Методы text mining в системе цифровой обработки материалов геологоразведки // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы конференции. – Казань, 2024. С. 743-748.
2. Hao Liu, Qinjun Qiu, Yuan-gui Zhou. Few-shot learning for name entity recognition in geological text based on GeoBERT // Earth Science Informatics.-2022.
3. Qinjun Qiu, Miao Tian, Zhong Xie, Yongjian Tan, Kai Ma, Qingfang Wang, Shengyong Pan & Liufeng Tao. Extracting Named Entity Using Entity Labeling in Geological Text Using Deep Learning Approach // Journal of Earth Science. Vol. 34, pp.1406-1417(2023).
4. Полуян П.В., Личаргин Д.В. Программа для ЭВМ: Geosearch (Геологоразведка) модули TopViewUser, CrownsGeneratorAdmin. Свидетельство о государственной регистрации №2020616937 от 25 июня 2020 г.
5. Полуян П.В., Личаргин Д.В., Корболеев А.И., Шикунов С.А., Квасов В.В., Бачурина Е.П. Программа для ЭВМ «Программный комплекс Транспилятор TXT2DB» модуль Web-реализация. Свидетельство о государственной регистрации №2023685768, 29 ноября 2023 г.

УДК 004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В БИЗНЕСЕ: ПРИМЕРЫ И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Башкирцев Илья Витальевич, Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
assassin_core10@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются примеры и сферы применения искусственного интеллекта в бизнесе. Искусственный интеллект в последние годы стал неотъемлемой частью современного бизнеса. Автором сделан вывод о том, что искусственный интеллект уже сегодня играет ключевую роль в трансформации бизнеса. Он не просто автоматизирует рутинные процессы, но и открывает новые горизонты для принятия решений, анализа данных, взаимодействия с клиентами и создания уникальных продуктов.

Ключевые слова: искусственный интеллект в бизнесе, искусственный интеллект, сферы применения.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BUSINESS: EXAMPLES AND AREAS OF APPLICATION

Bashkirtsev Ilya Vitalievich, Soloviev Valery Ivanovich
Tayrida College (structural unit) V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
komuna.smile@gmail.com

Abstract. The article examines examples and areas of application of artificial intelligence in business. Artificial intelligence has become an integral part of modern business in recent years. The author concludes that artificial intelligence already plays a key role in business transformation. It not only automates routine processes, but also opens up new horizons for decision-making, data analysis, customer interaction, and the creation of unique products.

Keywords: artificial intelligence in business, artificial intelligence, areas of application.

Искусственный интеллект (ИИ) активно преобразует множество аспектов бизнеса, предоставляя новые возможности для повышения эффективности, улучшения клиентского опыта и оптимизации процессов.

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных примерам и сферам применения искусственного интеллекта в бизнесе.

Хуан Ц. в своей статье «Большие данные и искусственный интеллект: новые возможности для бизнеса» отмечает, что «одним из нововведений, которое оказало достаточно сильное влияние на дальнейшее развитие современного бизнеса, является внедрение методов и алгоритмов искусственного интеллекта. Причиной возникновения положительной связи бизнеса и искусственного интеллекта являются его преимущества, которые позволяют повысить качество обслуживания конечных потребителей, автоматизировать сложные рутинные процессы, принимать наиболее эффективные решения в различных бизнес-процессах и многое другое» [1, с. 3758].

Строганова М. В. в своей работе «Применение нейронных сетей в экономике и бизнесе» отмечает, что «в настоящее время очень активно используется применение искусственного интеллекта, который делает за людей очень большую работу. Машинные технологии сейчас могут обеспечить реализацию различных процессов, за которые раньше отвечали люди, и часто они делают это более качественно и во многих случаях с меньшими денежными затратами.» [2, с. 24].

Л. В. Смоленцева, Б. Э. Идиятуллин в своей работе «Применение искусственного интеллекта в различных сферах бизнеса» отмечают, что «некоторые аналитики сравнивают ИИ с «новым электричеством», потому что он меняет «игру» во многих областях бизнеса.» [3, с. 37].

С. П. Полякова, А. В. Лесина в своей статье «Применение современных технологий искусственного интеллекта в России» отмечают, что «ПАО Сбербанк, Яндекс, МТС, Mail.ru Group, «Газпром нефть» и Российский фонд прямых инвестиций сформировали структуру, известную как Альянс искусственного интеллекта, главной целью которой стало продвижение российских технологий на основе ИИ. Предполагается, что новая структура будет лоббировать более упрощенные процедуры внедрения технологий ИИ, а также участие бизнеса в двух сферах: развитие беспилотных перевозок и законодательство, касающееся промышленных и персональных данных.» [4, с. 232].

А. С. Ярославцев, С. В. Никифорова в своей статье «Искусственный интеллект в экономике: возможности и перспективы» отмечают, что «важным аспектом является возможность использования имитационного моделирования для оптимизации бизнес-процессов, что тесно связано с применением ИИ, что может быть полезно для понимания, как ИИ может повысить эффективность и производительность в различных отраслях» [5, с. 378].

Внедрение искусственного интеллекта в бизнес, млрд $ показано на рис. 1.

Рис. 1. Внедрение искусственного интеллекта в бизнес, млрд $

Яндекс, одна из крупнейших технологических компаний в России, активно внедряет искусственный интеллект в свои продукты и сервисы, делая их более умными и эффективными. Одним из ключевых направлений использования ИИ в Яндексе является обработка и анализ больших данных. Благодаря сложным алгоритмам машинного обучения и глубокого обучения, Яндекс способен предсказывать поведение пользователей, улучшать релевантность поисковой выдачи и предлагать персонализированные рекомендации.

Еще одним важным аспектом использования ИИ в Яндексе является развитие технологий компьютерного зрения и распознавания речи. Яндекс активно использует ИИ для улучшения работы таких сервисов, как Яндекс.Карты и Яндекс. Навигатор, обеспечивая более точное и безопасное вождение. С помощью компьютерного зрения сервисы Яндекса могут распознавать дорожные знаки, анализировать обстановку на дороге и предупреждать водителей о возможных опасностях.

Сбер, как один из ведущих финансовых институтов России, активно внедряет технологии искусственного интеллекта для улучшения своих услуг и более эффективного взаимодействия с клиентами. Одним из основных направлений использования ИИ в Сбер является автоматизация рутинных процессов и повышение оперативности обслуживания.

Кроме того, Сбер активно развивает аналитические инструменты, использующие ИИ, для анализа больших объемов данных. Это позволяет не

только повышать точность прогнозирования рыночных тенденций и поведения клиентов, но и улучшать риск-менеджмент. Такие технологии помогают Сберу минимизировать финансовые риски и более эффективно управлять кредитными портфелями, что является ключевым аспектом деятельности любого банка. Инвестиции Сбера в искусственный интеллект, млн. руб. показаны на рис. 2.

Рис. 2. Инвестиции Сбера в искусственный интеллект, , млн. руб.

Искусственный интеллект стал неотъемлемой частью современного бизнеса: он меняет способы ведения дел, улучшает эффективность процессов и предоставляет новые возможности для роста и инноваций. От автоматизации рутинных задач до создания сложных аналитических моделей - ИИ трансформирует бизнес-среду, помогая компаниям адаптироваться к быстро меняющимся условиям рынка.

Согласно исследованию, около 20% компаний в России уже используют роботов и нейросети. И это число увеличивается с каждым годом. Экономический потенциал искусственного интеллекта в России оценивается в 22–36 трлн рублей в номинальном выражении. К 2028 году внедрение ИИ может привести к увеличению выручки и снижению затрат компаний на сумму от 4,2 до 6,9 трлн рублей, что может добавить до 4% к ВВП страны [6].

В результате проведённого исследования нами сделан вывод о том, что искусственный интеллект уже сегодня играет ключевую роль в трансформации бизнеса. Он не просто автоматизирует рутинные процессы, но и открывает новые горизонты для принятия решений, анализа данных, взаимодействия с

клиентами и создания уникальных продуктов. Благодаря ИИ компании могут быстрее адаптироваться к изменениям рынка, повышать эффективность операций и укреплять конкурентоспособность.

Источники

1. Хуан, Ц. Большие данные и искусственный интеллект: новые возможности для бизнеса / Ц. Хуан // Научный аспект. – 2024. – Т. 30, № 3. – С. 3758-3763.

2. Строганова, М. В. Применение нейронных сетей в экономике и бизнесе / М. В. Строганова // Компьютерные технологии в моделировании, управлении и экономике : Сборник материалов XIV студенческой всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Орел, 17 марта 2022 года / Под общей редакцией А.В. Полянина. – Орел: Среднерусский институт управления - филиал РАНХиГС, 2022. – С. 24-27.

3. Смоленцева, Л. В. Применение искусственного интеллекта в различных сферах бизнеса / Л. В. Смоленцева, Б. Э. Идиятуллин // Вестник Университета управления "ТИСБИ". – 2023. – № 4. – С. 36-42.

4. Полякова, С. П. Применение современных технологий искусственного интеллекта в России / С. П. Полякова, А. В. Лесина // Трансформация экономики и управления: новые вызовы и перспективы : сборник статей XII международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: ООО "Скифия-принт", 2023. – С. 231-234.

5. Ярославцев, А. С. Искусственный интеллект в экономике: возможности и перспективы / А. С. Ярославцев, С. В. Никифорова // Экономика в социокультурном пространстве современности: проблемы, решения, прогнозы : Материалы X Международной научно-практической конференции, Владимир, 23 ноября 2023 года. – Владимир: АРКАИМ, 2023. – С. 377-382.

6. Искусственный интеллект в бизнесе: примеры и сферы применения [Электронный ресурс]. https://delaweb.ru/blog/iskusstvennyj-intellekt-v-biznese-primery-i-sfery-primeneniya/ (дата обращения: 22.03.25).

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА И ОТЧЕТНОСТИ

Безрук Игорь Сергеевич, Цукахина Мария Александровна
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», г. Краснодар, Россия
igor.bezryk@mail.ru, cukahina.m@kubsau.ru

Аннотация. Технологии искусственного интеллекта постепенно становиться неотъемлемой частью всех сфер общественной жизни, в том числе отрасли бухгалтерского учёта. Те преимущества, которые даёт ИИ в совершении финансовых операций и формировании отчётности, несомненно, выведет бухгалтерию на новую ступень развития. В научной статье рассматриваются основные направления использования ИИ бухгалтерском учёте, а также преимущества и вызовы внедрения этой технологии.

Ключевые слова: бухгалтерский учёт, искусственный интеллект, отчётность

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO AUTOMATE ACCOUNTING AND REPORTING

Bezruk Igor Sergeevich, Tsukakhina Maria Alexandrovna
KUBSAU, Krasnodar, Russia
igor.bezryk@mail.ru, cukahina.m@kubsau.ru

Abstract. Artificial intelligence technologies are gradually becoming an integral part of all spheres of public life, including the accounting industry. The advantages that AI provides in financial transactions and reporting will undoubtedly take accounting to a new stage of development. The scientific article discusses the main directions of using AI in accounting, as well as the advantages and challenges of implementing this technology.

Keywords: accounting, artificial intelligence, reporting.

В эпоху развития компьютерных систем сфера бухгалтерского учёта заметно преобразилась и продолжает развиваться. Всё больше компаний по всему миру постепенно уходят от всем привычной бухгалтерской рутины такой как ручная работа с различными документами и журналами и начинают использовать системы с высокой степенью автоматизации. Наиболее выгодным современным способом ведения учёта с точки зрения траты денег и времени является использование искусственного интеллекта или сокращённо ИИ. Как известно, искусственный интеллект – это область науки, которая позволяет создавать модели, способные решать задачи и принимать решения как человеческий мозг. В вопросе бухгалтерского учёта с её финансовыми тонкостями и множеством возможных ситуаций такое поведение вместе с мощностями, предоставляемыми

компьютером, приведёт к революции в развитии бухгалтерской отрасли [1]. В связи с этим, целью данной статьи является раскрытие основных направлений использования искусственного интеллекта для бухгалтерской отрасли и связанной с ней отчётности и рассмотрение достоинств и вызовов его внедрения.

Основным положительным аспектом применения искусственного интеллекта является возможность выполнять задачи значительно быстрее человека, при этом объём информации, который может одновременно обрабатывать машина несравнима больше человеческой памяти. Кроме того, результат работы ИИ предоставляется в удобном, читаемом для людей формате отличается повышенной аккуратностью, точностью, актуальностью [2]. Также, в случае правильной организации процесса внедрения искусственного интеллекта в бухгалтерскую систему компании можно добиться значительной экономии средств в связи с автоматизацией рутинных задач, получить стабильную круглосуточную работу и одобрение со стороны клиентов.

Выделим вызовы, с которыми может столкнуться организация при принятии решения внедрения ИИ:

1. Системы искусственного интеллекта сильно зависят от высококачественных и актуальных данных. В противном случае алгоритмы ИИ могут изменять данные в негативную сторону. Это особенно острая проблема для такой чувствительной области как бухгалтерский учёт;

2. Применение ИИ в бухгалтерии может вызвать вопросы этического характера. Так, ненадлежащее использование и хранение личных и финансовых данных может привести к их потере. Кроме этого, встаёт вопрос об ответственности за принятие решений, основанных на результате работы ИИ;

3. Интеграция искусственного интеллекта в систему бухгалтерского учёта и отчётности приводит к вопросу необходимости поиска квалифицированных кадров или обучения сотрудников для спокойного перехода;

4. Внедрение ИИ может потребовать значительных затрат, включающих инфраструктуру, техническое обслуживание, менеджмент и т. д.

Далее рассмотрим основные направления использования искусственного интеллекта в бухгалтерском учёте:

1. В своей работе бухгалтерам часто приходится сталкиваться с большими объёмами финансовых данных. Делегируя работу по выявлению закономерностей, корреляций и тенденций искусственному интеллекту, они значительно быстрее получать ценную информацию и своевременно примут соответствующие решения;

2. Системы на базе искусственного интеллекта позволяют автоматизировать ввод и сверку финансовой информации. Так, бухгалтеру больше не придётся самостоятельно извлекать информацию из всевозможных квитанций и банковских выписок, что существенно сократит риск ошибок, затраты на ручной ввод и повысит точность и надёжность работы;

3. Применение ИИ упрощает формирование финансовой отчетности. Благодаря автоматизированному сбору информации, бухгалтер может в кратчайшие сроки получить отчёт, соответствующий следующим критериям: актуальность, точность, соответствие требованиям законодательства. Кроме того, искусственный интеллект позволяет проводить комплексный финансовый анализ, изучая коэффициенты, прибыль, ликвидность и прочие значимые параметры, которые также могут быть включены в отчёт;

4. Возможности, которые предоставляет ИИ, включают в себя способность выявлять подозрительные транзакции, различные аномалии и прочие вредоносные операции, похожие на мошеннические действия, за счёт анализа используемых данных [3]. Обнаружив опасные махинации как можно раньше, организация сократит убытки и сохранит доверие клиентов;

5. Способность искусственного интеллекта оценивать риски для организации является одним из ключевых преимуществ его использования. Так, анализируя исторические данные и факторы риска, он предоставляет компании важную информацию о потенциально опасных решениях.

Искусственный интеллект открывает новые возможности для автоматизации бухгалтерского учета и отчетности. Он позволяет ускорить процессы, повысить их точность и снизить затраты. Однако внедрение ИИ также связано с рядом проблем, таких как высокая стоимость, необходимость обучения персонала и вопросы безопасности данных. Несмотря на это, потенциал ИИ в бухгалтерии огромен, и компании, которые смогут успешно внедрить эти технологии, получат значительное конкурентное преимущество [4]. В будущем можно ожидать, что ИИ станет неотъемлемой частью бухгалтерского учета, трансформируя эту сферу и делая ее более эффективной и инновационной.

Источники

1. Боровская, Е. В. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. – 3-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 130 с.

2. Steve G. Sutton, Matthew Holt, Vicky Arnold. The reports of my death are greatly exaggerated – Artifcial intelligence research in accounting // International Journal of Accounting Information Systems. 2016. Vol. 22. P. 60-73.

3. Yanling Shi. The Impact of Artifcial Intelligence on the Accounting Industry. Cyber Security Intelligence and Analytics // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Vol. 928. P. 971-978.

4. Ветрова, А. Д. Автоматизация и цифровизация бизнеса / А. Д. Ветрова, П. Г. Семкина, Д. А. Замотайлова // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты: Сборник материалов IV всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 17–21 января 2022 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 159-162.

УДК 316.77:004.738.5

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ РЕШЕНИЯ И ЭКОНОМИКУ

Белова Элина Михайловна, Филина Ольга Владимировна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
elinabelova41@gmail.com

Аннотация: В статье рассматривается влияние искусственного интеллекта (ИИ) на потребительские решения и экономику в контексте цифровой эпохи. Подчеркивается, как ИИ, анализируя эмоции потребителей, способен персонализировать маркетинг, улучшая вовлеченность и повышая конверсии. Приведены данные, подтверждающие важность эмоциональных факторов в потребительском поведении и их влияние на бизнес-модели, что способствует экономическому росту.

Ключевые слова: искусственный интеллект, эмоции, потребительские решения, маркетинг, цифровая экономика, персонализация, поведение потребителей, эмоциональная вовлеченность, манипуляция, экономический рост.

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON CONSUMER DECISIONS AND THE ECONOMY

Belova Elina Mikhailovna, Filina Olga Vladimirovna
KSPEU, Kazan, Russia
elinabelova41@gmail.com

Abstract. The article examines the impact of artificial intelligence (AI) on consumer decisions and the economy in the context of the digital age. It is emphasized how, by analyzing consumer emotions, it is able to personalize marketing, improving engagement and increasing conversions. Data confirming the importance of emotional factors in consumer behavior and their impact on business models, which contributes to economic growth, are presented.

Keywords: artificial intelligence, emotions, consumer decisions, marketing, digital economy, personalization, consumer behavior, emotional involvement, manipulation, economic growth.

В последние десятилетия цифровая революция оказала огромное влияние на многие сферы жизни, и искусственный интеллект (ИИ) находится в центре этого процесса. Не только в технических аспектах, но и в области эмоций, где он начал играть важную роль в формировании потребительских решений и, как следствие, в изменении самой экономики. Этот процесс охватывает все – от

маркетинга до финансовых технологий, искусственный интеллект влияет на нашу способность ощущать и реагировать на покупательские стимулы.

Он проникает в нашу жизнь на таком уровне, что мы уже не можем себе представить день без него. Это не только алгоритмы, но и «эмоции» машин. Разработчики обучают его распознавать человеческие эмоции и использовать их в коммуникации с пользователем. В маркетинге активно применяют системы, которые отслеживают реакции потребителей на рекламу или продукт, анализируют настроение через текстовые сообщения или видео и адаптируют предложения под эмоциональное состояние клиента.

Как пример, когда мы ищем продукты в интернет-магазинах, алгоритмы могут предложить нам товары, основанные не только на прошлых покупках, но и на текущем настроении, определяемом через эмоции, выраженные в наших поисковых запросах или действиях. Это меняет традиционный подход к рекламе, ориентированной на логические предпочтения. Алгоритмы, анализируя не только текстовые отзывы, но и выражения лиц в видеороликах, помогли сделать рекламу более персонализированной и эмоционально вовлекающей. В результате, продажи увеличиваются, а потребители ощущают, что рекламное послание стало более «личным» [1].

Исследование Harvard Business Review показывает, что эмоциональные переживания, вызванные покупками, становятся тем самым фактором, который повышает вероятность повторных покупок. И искусственный интеллект уже активно используется для того, чтобы эти эмоции были максимально интенсивными и точными. Так, онлайн-магазины подбирают товары, исходя из того, что конкретно в прошлый раз вызвало у вас интерес, они фактически влияют на ваши будущие эмоции, а следовательно, и на выбор.

Согласно данным Nielsen, рекламные кампании, вызывающие положительные эмоции у зрителей, имеют в два раза больше шансов на успешную конверсию по сравнению с компаниями, ориентированными только на рациональные аргументы. Исследование Harvard Business Review подтверждает, что 95% покупательских решений основаны на эмоциях, а не на логике [2]. Также эмоциональное воздействие значительно влияет на их поведение: 60% утверждают, что их решения изменяются, если продукт вызывает положительные эмоции, такие как удовлетворение или радость, а 65% чувствуют лояльность к бренду, когда маркетинговые предложения персонализированы и вызывают положительные эмоции (PwC Research).

Искусственный интеллект оказывает значительное влияние на маркетинговые стратегии и поведение потребителей. Статистика McKinsey показывает, что использование его в маркетинге может увеличить доходность бизнеса на 30%. Вклад ИИ в мировой экономический рост продолжает расти, и ожидается, что к 2030 году он составит 15,7 триллионов долларов, что равно

14% роста мирового ВВП, согласно данным PwC. В сфере персонализированных рекомендаций, ИИ также играет ключевую роль: 75% контента на Netflix потребители выбирают благодаря рекомендациям ИИ, а на Amazon 35% всех покупок совершаются благодаря рекомендациям, основанным на предыдущих покупках и поведении пользователей (рис. 1) [3].

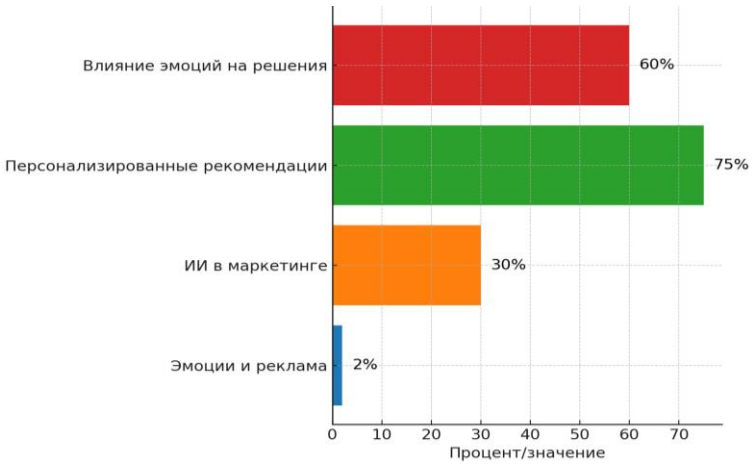


Рис.1 Влияние ИИ и эмоций на потребительские решения и экономику

С одной стороны, искусственный интеллект может помочь компаниям получить глубокое понимание потребностей и желаний своих клиентов, с другой – он ставит перед экономикой целый ряд новых вызовов. ИИ способен значительно ускорить принятие решений в бизнесе, что может быть как благом, так и угрозой для традиционных моделей. В некоторых случаях ИИ может сделать экономику более «эмоциональной» – ориентированной на субъективное восприятие, а не на объективные данные.

Алгоритмы, предсказывающие потребительские настроения и поведение, начинают влиять на такие сферы, как финансовые рынки. Компания, анализируя эмоции своих потребителей, что помогает заранее определить, когда их спрос на определенный товар упадет или вырастет, и оперативно адаптировать стратегию.

Однако тут есть и обратная сторона. В условиях сильной -зависимости от ИИ возможен риск манипулирования потребителями. К примеру, злоупотребление такими технологиями может привести к созданию «эмоциональных ловушек» для пользователей, когда их решения становятся неосознанными, управляемыми внешними обстоятельствами, а не внутренними потребностями [4].

На уровне экономики влияние эмоций на потребительское поведение инициирует значительные изменения в бизнес-моделях компаний. Этот тренд отражает переход к интеграции технологий в более широкий контекст корпоративных стратегий, выходящий за рамки традиционного маркетинга. Экономически это проявляется в росте спроса на товары и услуги, которые

способны вызывать положительные реакции у потребителей, что, в свою очередь, способствует повышению их лояльности и удовлетворенности. Компании, эффективно использующие искусственный интеллект для персонализации своих предложений, занимают лидирующие позиции в отрасли, что также подтверждается увеличением их рыночной доли и конкурентоспособности.

Кроме того, ИИ не только способствует увеличению доходности компаний, но и способствует возникновению новых видов занятости. Важно отметить, что потребители зачастую не осознают, то, что их решения подвержены влиянию алгоритмов. Это имеет большое значение, поскольку такие воздействия могут привести к нежелательным последствиям, таким как усиление психологической зависимости от потребительских покупок или чрезмерное влияние на политические и социальные выборы [5].

Эмоции становятся важной валютой цифровой эпохи. Искусственный интеллект, который может понять и предсказать наши чувства, создает новый экономический ландшафт, где эмоции становятся ключевыми катализаторами не только для маркетинга, но и для будущих экономических решений. Таким образом, искусственный интеллект, воздействует не только на логическое принятие решений, но и на наши эмоции. В будущем возможно, что именно искусственный интеллект станет тем инструментом, который изменит не только то, что мы покупаем, но и то, как мы воспринимаем мир.

Источники

1. Багиев, Г. Л. Технологии искусственного интеллекта в бизнесе и маркетинге / Г. Л. Багиев, М. Б. Яненко, М. Е. Яненко // Проблемы современной экономики. – 2021. – № 3(79). – С. 105-109.

2. Harvard Business Review. The impact of emotional experience on consumer behavior [Электронный ресурс]. Harvard Business Publishing, 2018. URL: https://hbr.org/ (дата обращения: 19.02.2025).

3. Nielsen. The effect of emotional advertising on consumer behavior: A global study [Электронный ресурс]. Nielsen, 2019. URL: https://www.nielsen.com/ (дата обращения: 17.02.2025).

4. PwC. The economic impact of artificial intelligence on global GDP by 2030 [Электронный ресурс]. PwC Research, 2020. URL: https://www.pwc.com/ (дата обращения: 17.02.2025).

5. Зайченко И.М., Горшечникова П.Д., Лёвина А.И., Дубгорн А.С. Цифровая трансформация бизнеса: подходы и определение // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2020. № 2. С. 205-212.

УДК 004.8:621.3

ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Беляева Зиля Айратовна, Потапов Андрей Александрович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
belyaevazilya@yandex.ru,

Аннотация. Статья рассматривает применение искусственного интеллекта (ИИ) в проектировании и производстве электронных компонентов. Описаны ключевые технологии ИИ, такие как машинное обучение и цифровые двойники, используемые для оптимизации процессов, контроля качества и управления производством. Приведены примеры внедрения ИИ, а также обсуждаются перспективы его развития в промышленной электронике.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, проектирование электронных компонентов, машинное обучение, цифровые двойники, контроль качества, промышленная электроника.

THE INTRODUCTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DESIGN AND PRODUCTION OF ELECTRONIC COMPONENTS

Belyaeva Zilya Airatovna, Potapov Andrey Aleksandrovich
KSPEU, Kazan, Russia
belyaevazilya@yandex.ru

Abstract. The article examines the use of artificial intelligence (AI) in the design and manufacture of electronic components. Key AI technologies such as machine learning and digital twins used for process optimization, quality control and production management are described. Examples of the introduction of AI are given, and the prospects for its development in industrial electronics are discussed.

Keywords: Artificial intelligence, electronic component design, machine learning, digital twins, quality control, industrial electronics.

Современная промышленная электроника сталкивается с растущими требованиями к скорости разработки, качеству и эффективности производства. В таких условиях технологии искусственного интеллекта (ИИ) становятся незаменимым инструментом для оптимизации процессов проектирования и производства электронных компонентов. Внедрение ИИ позволяет не только

ускорить разработку, но и повысить точность, снизить количество ошибок и минимизировать затраты [1].

Благодаря ИИ процесс разработки электронных компонентов становится более автоматизированным, снижая риск ошибок, вызванных человеческим фактором. Алгоритмы машинного обучения используются для оптимизации топологии печатных плат, размещения компонентов и трассировки соединений. Например, компании Cadence и Synopsys уже внедрили ИИ-решения, которые позволяют сократить время проектирования на 30–50% [2]. Кроме того, ИИ помогает находить оптимальные решения для минимизации энергопотребления и тепловыделения, что особенно важно для современных микросхем.

Все чаще в производстве устройств электроники применяются цифровые двойники. В основе цифровых двойников лежат виртуальные аналоги реальных объектов, которые применяются для анализа и совершенствования производственных циклов. В сфере промышленной электроники они используются для проверки новых компонентов, оценки их функционирования в разных условиях и предсказания потенциальных сбоев. Такой подход способствует ускорению вывода продукции на рынок и минимизации расходов на проведение физических тестов [3].

Технологии компьютерного зрения и глубокого обучения активно применяются для автоматического контроля качества электронных компонентов. ИИ-алгоритмы способны анализировать изображения печатных плат, микросхем и других компонентов, выявляя дефекты с точностью, превышающей человеческие возможности. Например, на заводах по производству полупроводников такие системы уже успешно внедрены, что позволило значительно снизить процент брака [4].

Искусственный интеллект все чаще применяется для повышения эффективности производственных линий. Алгоритмы машинного обучения анализируют данные с датчиков и оборудования, выявляя узкие места и предлагая решения для повышения эффективности. Например, на заводах по производству электронных компонентов ИИ помогает управлять роботизированными системами, что позволяет сократить время производства и минимизировать ошибки [5].

Прогнозирование сбоев производственного оборудования с помощью ИИ представляет еще одно важное направление в электронной промышленности. Алгоритмы машинного обучения анализируют данные с датчиков, предсказывая возможные сбои и предлагая оптимальное время для технического обслуживания, что позволяет избежать незапланированных простоев и снизить затраты на ремонт [6].

Использование искусственного интеллекта в разработке и изготовлении электронных компонентов открывает значительные перспективы для

увеличения эффективности, снижения затрат и повышения качества выпускаемых изделий. Тем не менее, эффективное использование ИИ предполагает значительные вложения, обучение персонала и адаптацию к действующим системам. В перспективе ожидается дальнейшее расширение роли ИИ в данной сфере, особенно на фоне развития интернета вещей и технологий анализа больших данных.

Источники

1. Куценко, С. М. Оптимизация производства в энергетической отрасли при использовании искусственного интеллекта / С. М. Куценко // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 6(167). – С. 391-394.
2. Зырянова, С. А. Интеграция искусственного интеллекта в бизнес-процессы / С. А. Зырянова, А. А. Потапов, Я. С. Исламгереева // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 3, № 1(142). – С. 11-17.
3. Русскин, В. Д. Использование цифровых двойников в крупном производстве / В. Д. Русскин, Т. В. Сафонова // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2022. – № 3(43). – С. 51-57.
4. Современные методы компьютерного зрения и их практическое применение в задаче дефектоскопии интегральных микросхем / А. Ю. Шафигуллина, Д. И. Климов, Т. Т. Мамедов, И. Р. Губайдуллин // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 23-33.
5. Зиннуров, Б. Р. Система проверки дефектов при производстве печатных плат на основе машинного зрения / Б. Р. Зиннуров, Д. В. Иванов, Б. Р. Камалов // Техника и технологии: пути инновационного развития: Сборник научных статей 11-й Международной научно-практической конференции, Курск, 30 июня 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 144-148.
6. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Применение искусственного интеллекта в сфере энергетики // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т.2. С. 551-554.

УДК 004.8:004.9:658.5

МЕТОДОЛОГИЯ «LEAN» В УПРАВЛЕНИИ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

Белянина Алёна Федоровна
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Россия
belaninaa@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается методология «Lean» и её использование в управлении жизненным циклом программного продукта. Изначально созданная для улучшения производственных процессов, методология «Lean» сегодня активно применяется в сфере управления жизненным циклом программных продуктов. В статье проводится анализ основных аспектов методологии, её принципы и применение в контексте разработки программного обеспечения, а также понятие программного продукта с его жизненным циклом, и то, как «Lean» помогает минимизировать потери и создавать ценность для клиентов. В заключении будут подведены итоги и даны рекомендации по внедрению рассматриваемой методологии в практику управления проектами.

Ключевые слова: методология, «Lean», программный продукт, управление, жизненный цикл.

«LEAN» METHODOLOGY IN SOFTWARE LIFECYCLE MANAGEMENT

Belyanina Alena Fedorovna
Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Samara, Russia
belaninaa@gmail.com

Abstract. This article discusses the Lean methodology and its use in software lifecycle management. Originally created to improve production processes, the Lean methodology is now actively used in the field of software lifecycle management. The article analyzes the main aspects of the methodology, its principles and application in the context of software development, as well as the concept of a software product with its lifecycle, and how Lean helps minimize losses and create value for customers. In conclusion, the results will be summarized and recommendations will be given on the implementation of the methodology in question in project management practice.

Keywords: methodology, "Lean", software product, management, lifecycle.

Современные реалии рынка программного обеспечения предъявляют к компаниям требования высокой гибкости и способности оперативно реагировать на изменения [1]. В связи с этим, значимость эффективного управления проектами трудно переоценить. В условиях постоянной конкуренции и стремительного развития технологий, управление жизненным

циклом программных продуктов становится ключевым аспектом успешного бизнеса. Методология «Lean», изначально разработанная для производственной сферы, сейчас находит всё большее применение в области разработки программного обеспечения [2]. Она представляет собой подход, направленный на создание ценности при минимальных затратах, что делает её особенно актуальной в условиях быстро меняющегося рынка. В этой статье мы рассмотрим, как принципы «Lean» могут быть использованы для оптимизации процессов управления жизненным циклом программных продуктов.

Программный продукт и его жизненный цикл. Программный продукт – это набор программных компонентов, предназначенных для выполнения определённых задач, решения конкретных проблем пользователей или удовлетворения их потребностей. Он может включать в себя отдельные приложения или комплексные системы, состоящие из множества модулей и сервисов. Программные продукты могут быть как коммерческими, то есть созданными с целью получения прибыли от их использования другими пользователями, так и открытыми, что означает доступность для их использования, модификации и распространения. В любом случае разработка программных продуктов требует значительных ресурсов и времени.

Жизненный цикл программного продукта представляет собой последовательность процессов, охватывающих все фазы разработки, внедрения и поддержки программного обеспечения. Этот цикл включает несколько основных этапов. На начальном этапе осуществляется анализ рынка и выявление потребностей пользователей, формируется базовая идея продукта и разрабатывается его концептуальное оформление. Затем происходит проектирование архитектуры и дизайна программного продукта. Следующий этап – это разработка продукта, которая включает в себя его проектирование, кодирование и тестирование, а также исправление ошибок. Затем происходит установка и настройка продукта для конечных пользователей, запуск в эксплуатацию и обучение пользователей. На пятом этапе главными задачами являются: обеспечение технической поддержки, исправление ошибок, обновление функционала и выпуск новых версий. Последний этап жизненного цикла означает вывод программного продукта из эксплуатации, то есть завершение поддержки продукта, его замена или снятие с продажи.

Каждый из этих этапов требует тщательного планирования и управления, чтобы обеспечить успешное выполнение проекта и удовлетворение потребностей пользователей, методология Lean, в свою очередь, может значительно повысить их эффективность.

Суть методологии. Методология «Lean» (от английского «стройный») нацелена на сокращение потерь и оптимизацию процессов. Основная концепция заключается в акценте на создании ценности для клиента и устранении всего, что не способствует этой ценности [3]. «Lean» основывается на нескольких ключевых принципах:

1. Определение ценности. Важно понять, что именно представляет собой ценность для клиента. Каждая часть процесса разработки должна вносить вклад в создание этой ценности.

2. Анализ этапов процесса. Необходимо исследовать все стадии разработки и выявить те, которые не добавляют ценности.

3. Устранение потерь. Методология «Lean» направлена на выявление и ликвидацию всех видов потерь (времени, ресурсов, усилий), которые не приносят ценности.

4. Оптимизация процессов для обеспечения непрерывного потока работы, минимизация задержек и простоев. Продукты разрабатываются малыми итерациями, что позволяет быстро получать обратную связь от пользователей и адаптироваться к их потребностям;

5. Постоянное улучшение процессов и продуктов на основе обратной связи от пользователей и анализа результатов. Вовлечение всех сотрудников в процесс оптимизации позволяет создать среду для непрерывного совершенствования.

Применение «Lean» в управлении жизненным циклом программных продуктов. Методология «Lean» может быть успешно применена на всех этапах жизненного цикла программного продукта.

На этапе идеи анализ потребностей клиентов позволяет точно определить ценность, которую продукт должен приносить. Это помогает избежать ненужных затрат на разработку функций, которые не будут востребованы. Применение различных методов, таких как «Lean Startup», дает возможность оперативно проверять идеи и получать отзывы от пользователей [4].

На следующем этапе методология «Lean» способствует разработке прототипов и минимально жизнеспособных продуктов, что позволяет быстрее тестировать гипотезы и вносить коррективы на ранних стадиях разработки.

На этапе разработки программного продукта происходит активное создание программного обеспечения на основе ранее определённых требований и дизайна. Разработчики начинают создавать программное обеспечение, используя выбранные языки программирования и технологии. Код разрабатывается в соответствии с техническими требованиями и архитектурными решениями, созданными на предыдущих этапах. После завершения написания отдельных модулей осуществляется интеграция всех компонентов в единую систему. Это важно для обеспечения корректной работы всего приложения. На этапе разработки «Lean» помогает оптимизировать процессы и минимизировать потери:

1. Внедрение Agile-методологий в сочетании с «Lean» позволяет организовать работу команды так, чтобы минимизировать время простоя и повысить производительность. Регулярные спринты и ретроспективы помогают команде выявлять и устранять узкие места в процессе.

2. Формирование команд, состоящих из специалистов различных областей (разработчики, тестировщики, дизайнеры), способствует более быстрому решению проблем и улучшению качества продукта.

На этапе внедрения проводится процедура устранение задержек за счёт оптимизации рабочих потоков, это позволяет быстрее предоставить продукт пользователям. «Lean» акцентирует внимание на важности тестирования и получения обратной связи от пользователей. Таким образом, выявить проблемы и внести необходимые изменения можно ещё на ранних стадиях.

На этапе поддержки и обновления «Lean» помогает обеспечить долгосрочную ценность продукта, поощряя культуру постоянного улучшения, в которой команда регулярно анализирует результаты и ищет способы оптимизации процессов и повышения качества продукта.

На последнем этапе, когда происходит завершения жизненного цикла продукта, «Lean» помогает организовать процесс вывода из эксплуатации на основе раннее выработанного плана. Эффективное планирование замены старых решений новыми позволяет минимизировать потери при переходе.

Преимущества использования методологии «Lean». Использование методологии «Lean» в управлении жизненным циклом программных продуктов приносит множество преимуществ, которые способствуют повышению эффективности разработки, улучшению качества продукта и удовлетворенности пользователей [5].

Данная методология фокусируется на устранении потерь на всех этапах жизненного цикла продукта, что позволяет значительно сократить затраты на разработку. Упрощение и оптимизация процессов разработки позволяет сократить время и ресурсы, а устранение функций, которые не добавляют ценности пользователям, помогает сосредоточиться на действительно важных аспектах продукта. Кроме того, «Lean» оптимизирует производственные процессы, из-за чего команды быстрее выполняют задачи и время вывода продукта на рынок значительно сокращается.

Методология «Lean» способствует улучшению качества программного продукта за счет итеративного подхода и обратной связи. Регулярные итерации и тестирование на ранних этапах разработки позволяют выявлять и исправлять ошибки до их появления в финальной версии. Акцент на получении обратной связи от пользователей помогает команде лучше понимать их потребности и вносить необходимые изменения.

Наконец, данная методология поощряет командную работу и сотрудничество, что способствует более высокому уровню вовлеченности сотрудников в процесс оптимизации, а это, в свою очередь, необходимо для формирования культуры непрерывного улучшения внутри команды. Команды, работающие по методологии «Lean», часто имеют больше автономии и ответственности за свои решения, что повышает их мотивацию и удовлетворенность работой.

Методология «Lean» представляет собой мощный и универсальный инструмент, который активно используется для управления жизненным циклом программных продуктов, а также в других сферах бизнеса. Она предлагает широкий спектр преимуществ, таких как устранение избыточных затрат, повышение качества конечного продукта, ускорение процессов разработки и оптимизация взаимодействия с клиентами. Принципы «Lean» нацелены на то, чтобы помочь командам выявлять и устранять потери, оптимизировать рабочие процессы и создавать максимальную ценность для пользователей. В условиях постоянно меняющегося рынка, где требования к продуктам и услугам быстро эволюционируют, применение «Lean» становится не просто полезным, но и

необходимым для компаний, которые стремятся сохранить свою конкурентоспособность и гибкость.

Внедрение методологии «Lean» требует значительных изменений не только в рабочих процессах, но и в корпоративной культуре. Это включает в себя пересмотр подходов к управлению, обучение сотрудников новым методам работы и создание среды, которая поддерживает постоянное совершенствование. Однако, несмотря на временные и ресурсные затраты, результаты внедрения «Lean» оправдывают все усилия. Компании, которые успешно интегрируют принципы бережливого производства в свои процессы, получают возможность быстрее адаптироваться к изменениям, улучшать качество своих продуктов и услуг, а также достигать более высоких показателей эффективности.

Кроме того, «Lean» способствует развитию командной работы и вовлеченности сотрудников. Регулярное взаимодействие между разработчиками, заказчиками и другими участниками процесса позволяет своевременно выявлять проблемы и находить оптимальные решения. Инкрементальная разработка, которая является одним из ключевых элементов «Lean», позволяет выпускать продукты небольшими итерациями, что дает возможность быстро получать обратную связь от пользователей и вносить необходимые корректировки.

Таким образом, методология «Lean» не только помогает компаниям оптимизировать свои процессы, но и создает основу для долгосрочного успеха в условиях динамичной и конкурентной среды. Её применение позволяет не только сократить издержки, но и повысить удовлетворенность клиентов, что в конечном итоге способствует укреплению позиций компании на рынке.

Источники

1. SimpleOne. Lean Production (Бережливое производство) [Электронный ресурс]. https://simpleone.ru/glossary/lean-methodology (дата обращения: 15.03.2025).

2. Skillbox. Lean-методология: что это такое и как ее использовать [Электронный ресурс]. https://skillbox.ru/media/management/znakomimsya_s_lean/ (дата обращения: 15.03.2025).

3. Imaginovation. Lean Software Development: A Complete Guide [Электронный ресурс]. https://imaginovation.net/blog/lean-software-development-complete-guide/ (дата обращения: 15.03.2025).

4. Bookmix. Рецензия на книгу Эрик Райс «Lean Startup. Как создать жизнеспособный бизнес методом проб и ошибок» [Электронный ресурс]. https://bookmix.ru/review.phtml?rid=116078 (дата обращения: 15.03.2025).

5. IT-Guild. Lean Production в разработке ПО: как применять принципы бережливого производства [Электронный ресурс]. https://habr.com/ru/companies/it-guild/articles/341932/ (дата обращения: 15.03.2025).

УДК 004.51

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА И КОРРЕКЦИИ ПОЗ МОДЕЛИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Бубнова Елена Юрьевна
ФГБОУ ВО «ПГУТИ» г. Самара, Россия
89061250055@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема сложности воспроизведения поз в фотографии, ведущей к эмоциональному напряжению между фотографом и моделью. Предлагается решение в виде мобильного приложения на основе технологий искусственного интеллекта, способного анализировать позу модели в реальном времени и предоставлять рекомендации для точного соответствия выбранному шаблону. Приложение включает функции выбора шаблонов, загрузки референсов, анализа позы с подсказками и обучающий модуль для улучшения навыков фотографии. Технологической основой являются методы компьютерного зрения и машинного обучения. Разработка направлена на упрощение съемочного процесса, снижение конфликтов и обучение пользователей, сохраняя эстетическую ценность фотографии.

Ключевые слова: машинное обучение, компьютерное зрение, фотография, мобильное приложение, искусственный интеллект.

DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR REAL-TIME ANALYSIS AND CORRECTION OF MODEL POSES

Bubnova Elena Yurievna
PSUTI, Samara, Russia
89061250055@mail.ru

Abstract. The article examines the problem of the difficulty of reproducing poses in photography, leading to emotional tension between the photographer and the model. A solution is proposed in the form of a mobile application based on artificial intelligence technologies capable of analyzing the pose of a model in real time and providing recommendations to accurately match the selected template. The application includes functions for selecting templates, uploading references, analyzing poses with tips, and a training module to improve photography skills. The technological basis is computer vision and machine learning methods. The development is aimed at simplifying the filming process, reducing conflicts and educating users while preserving the aesthetic value of photography.

Keywords: machine learning, computer vision, photography, mobile application, artificial intelligence.

В современной фотографии использование референсов для создания эстетичных снимков стало распространенной практикой. Однако процесс копирования поз часто сопровождается трудностями, что приводит к эмоциональному напряжению между фотографом и моделью. В связи с этим актуальной задачей является разработка мобильного приложения, основанного на технологиях искусственного интеллекта (ИИ), которое могло бы упростить процесс воспроизведения заданных поз и улучшить качество фотографий [1].

Целью исследования является создание приложения, способного анализировать позу модели в реальном времени и предоставлять пользователю рекомендации для точного соответствия выбранному шаблону. Функционал приложения предполагает возможность выбора из готовых шаблонов или загрузки пользовательских референсов, а также анализ позы с подсказками, такими как корректировка угла съемки, положения тела, горизонта и пропорций. Дополнительно приложение может включать обучающий модуль, направленный на улучшение навыков фотографии и понимание основ композиции.

В бытовых условиях, когда возникает необходимость зафиксировать значимые моменты посредством фотографии, часто наблюдается проблема, связанная с отсутствием у лица, выполняющего функцию фотографа (например, ближайшего друга или родственника), достаточных знаний и навыков в области фотосъемки. Это приводит к созданию кадров с нарушенной композицией, неоптимальным освещением или неудачным расположением объектов в рамках кадра, что снижает эстетическую ценность изображения и может негативно повлиять на сохранение визуальной памяти о важных событиях, таких как путешествия, праздничные мероприятия или семейные встречи.

Предлагаемое приложение представляет собой инновационное решение данной проблемы, позволяющее даже неподготовленным пользователям создавать качественные фотографии. Функционал приложения включает возможность выбора эталонных шаблонов поз и композиций из встроенной базы данных или загрузки пользовательских референсов. С использованием технологий компьютерного зрения приложение накладывает контур фигуры, зафиксированной на эталонном изображении, на экран устройства в режиме реального времени. Это позволяет лицу, осуществляющему съемку, точно указать объекту, какую позу принять, куда переместиться или как расположить конечности для достижения максимального соответствия заданному шаблону [2].

Основное назначение приложения заключается в том, чтобы значительно упростить и сделать более эффективным процесс создания фотографий, особенно в ситуациях, где требуется точное воспроизведение заданных поз. Пользователь может загрузить собственный референс, например, фотографию из портфолио или изображение из интернета, либо выбрать подходящий шаблон из встроенной базы данных приложения, которая содержит

разнообразные примеры поз, композиций и ракурсов. После выбора или загрузки изображения приложение с помощью передовых технологий компьютерного зрения и машинного обучения анализирует референс, выделяет ключевые точки тела и обводит контур фигуры человека. Этот контур затем накладывается на экран телефона в режиме реального времени при включении камеры, создавая визуальный ориентир для фотографа и модели.

Такая функция позволяет фотографу четко показать модели, как именно нужно встать, куда переместиться или как изменить положение рук, ног или головы, чтобы «попасть» в заданный шаблон. Это особенно полезно при работе с начинающими моделями или в условиях ограниченного времени, когда необходимо быстро добиться нужного результата [3]. Кроме того, приложение предоставляет подробные текстовые и визуальные подсказки, которые помогают скорректировать не только позу модели, но и параметры съемки. Например, оно может рекомендовать отойти на определенное расстояние, изменить угол наклона телефона, скорректировать горизонт или даже подсказать, как лучше использовать доступное освещение.

Обучающий модуль приложения для начинающих фотографов может быть реализован через интерактивные уроки, которые включают пошаговое обучение основам фотографии, таким как композиция, работа со светом, выбор ракурса и настройка камеры. Каждый урок сопровождается примерами, практическими заданиями и обратной связью. С помощью компьютерного зрения приложение анализирует снимки пользователя, указывая на ошибки в композиции, например, нарушение правила третей, перегруженность кадра или неправильное расположение горизонта, и дает рекомендации по их исправлению. Пользователю предлагаются практические задания, такие как воссоздание определенной композиции или позы, а приложение в реальном времени оценивает выполнение и предоставляет подсказки. Дополнительно пользователь может загружать эталонные фотографии, а приложение будет анализировать его снимки, сравнивая их с эталоном и указывая на различия в позе, освещении или композиции. Для повышения мотивации внедряется система геймификации с достижениями, уровнями и наградами [4]. Приложение также отслеживает прогресс пользователя, предоставляя отчеты о достижениях и рекомендации для дальнейшего обучения. Встроенная база знаний с теоретическими материалами, видеоуроками и примерами работ профессиональных фотографов дополняет обучающий процесс, делая его комплексным и эффективным. Таким образом, модуль сочетает теорию, практику и интерактивную обратную связь, помогая начинающим фотографам развивать навыки и понимание основ фотографии.

Технологической основой приложения являются методы компьютерного зрения и машинного обучения, позволяющие распознавать позу модели и сравнивать ее с эталонным изображением [5]. Практическая значимость

разработки заключается в упрощении процесса создания фотографий, снижении конфликтных ситуаций между участниками съемки и обучении пользователей основам фотографии.

Техническая реализация приложения включает следующие этапы:

1. Разработка интерфейса: Создание интуитивно понятного мобильного интерфейса с возможностью выбора готовых шаблонов поз, загрузки пользовательских референсов и отображения рекомендаций в реальном времени.

2. Интеграция компьютерного зрения: Использование библиотек (например, OpenCV, MediaPipe или TensorFlow Lite) для распознавания позы модели через камеру смартфона. Модель машинного обучения (например, на основе PoseNet или OpenPose) анализирует ключевые точки тела (суставы, углы, пропорции) [6].

3. Сравнение поз: Реализация алгоритма сравнения текущей позы модели с выбранным шаблоном. Для этого используются метрики расстояния (например, евклидово расстояние) между ключевыми точками и углами.

4. Рекомендации в реальном времени: Разработка системы подсказок, которая на основе анализа отклонений от шаблона предлагает корректировки (например, изменение положения рук, наклона головы или угла съемки).

5. Обучающий модуль: Внедрение интерактивных уроков по основам композиции и фотографии, используя анализ поз и примеры из шаблонов.

6. Оптимизация для мобильных устройств: Уменьшение нагрузки на процессор и память с помощью квантования модели ИИ и использования легковесных фреймворков.

7. Тестирование и доработка: Проведение тестов на различных устройствах и сценариях для улучшения точности распознавания и удобства использования.

8. Технологический стек: Python (для прототипирования), Swift (iOS) / Kotlin (Android), TensorFlow Lite, OpenCV, MediaPipe. Приложение может быть развернуто через магазины приложений (App Store, Google Play) с поддержкой регулярных обновлений и добавления новых шаблонов [7,8].

В перспективе внедрение подобного приложения может способствовать автоматизации творческих процессов, сохраняя при этом эстетическую ценность фотографии и улучшая взаимодействие между фотографом и моделью.

Источники

1. Иванов, А. В. Применение компьютерного зрения в мобильных приложениях / А. В. Иванов, Б. С. Петров // Современные информационные технологии. – 2021. – № 4. – С. 45-52.

2. Сидоров, В. Г. Машинное обучение для анализа позы человека / В. Г. Сидоров // Искусственный интеллект и технологии. – 2021. – № 5. – С. 67-74.

3. Кузнецов, Д. И. Разработка мобильных приложений с использованием OpenCV / Д. И. Кузнецов // Программная инженерия. – 2023. – № 2. – С. 33-40.

4. Николаева, Л. М. Обучение основам фотографии с использованием мобильных приложений / Л. М. Николаева // Современные образовательные технологии. – 2022. – № 1. – С. 55-62.

5. Петрова, Е. А. Искусственный интеллект в фотографии: новые возможности / Е. А. Петрова // Цифровые технологии в искусстве. – 2022. – № 3. – С. 12-18.

6. Григорьев, П. С. Применение нейронных сетей для анализа изображений / П. С. Григорьев // Нейрокомпьютеры и их применение. – 2021. – № 6. – С. 18-25.

7. Cao, Z., Hidalgo, G., Simon, T., Wei, S.-E., Sheikh, Y. OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields / Z. Cao, G. Hidalgo, T. Simon, S.-E. Wei, Y. Sheikh // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2021. – Vol. 43, № 1. – P. 172-186. – URL: https://arxiv.org/abs/1812.08008 (date accessed: 20.02.2025).

8. Михайлов, К. Л. Технологии компьютерного зрения в реальном времени / К. Л. Михайлов // Инновации в IT. – 2021. – № 7. – С. 22-29. – URL: https://cyberleninka.ru/article/v/tehnologii-kompyuternogo-zreniya-v-realnom-vremeni (дата обращения: 11.01.2025).

УДК 004.85

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ЛОГИСТИКИ

Бутин Пётр Алексеевич, Савинская Дина Николаевна
КубГАУ, г. Краснодар, Россия
piterbn@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается использование методом машинного обучения в оптимизации маршрутов, а также прогнозирования спроса в информационных системах логистики. Описывается возможность применения машинного обучения для анализа больших данных в сфере логистики, а также влияния его на управление складскими запасами и проведение операций логистики. Статья рассматривает решение задачи коммивояжера, как основу для машинного обучения в логистике, за счёт определения оптимальных маршрутов доставки, учитывающих различные факторы. Рассматриваются различные преимущества автоматизации процессов прогнозирования спроса и их влияние на точность планирования закупок и избыток товаров на складах. Описываются риски, с которыми предприятия могут столкнуться при использовании машинного обучения.

Ключевые слова: машинное обучение, логистика, оптимизация маршрутов, прогнозирование спроса, информационные системы.

APPLICATION OF SOFTWARE MACHINE LEARNING FOR ROUTE OPTIMIZATION AND DEMAND FORECASTING IN LOGISTICS INFORMATION SYSTEMS

Butin Petr Alekseevich, Savinskaya Dina Nikolaevna
KubSAU, Krasnodar, Russia
piterbn@mail.ru

Abstract. The article discusses the use of machine learning in route optimisation and demand forecasting in logistics information systems. It describes the possibility of using machine learning to analyse big data in logistics, as well as its impact on inventory management and logistics operations. The article considers the solution of the travelling salesman problem as a basis for machine learning in logistics by determining optimal delivery routes that take into account various factors. Various advantages of automating demand forecasting processes and their impact on the accuracy of procurement planning and excess of goods in warehouses are considered. The risks that enterprises may face when using machine learning are described.

Keywords: machine learning, logistics, route optimization, demand forecasting, information systems.

Особенности организации логистики приводят к тому, что на многих предприятиях сталкиваются с трудностями, обусловленными чрезмерными запасами товаров и ресурсов на складах. Системы учета запасов и товаров не всегда являются эффективными. Для повышения эффективности управления логистикой и интеграции логистических процессов в деятельность предприятия требуется организовать структурное подразделение специального назначения – службу логистики. Необходимо установить подчинение этой службы напрямую руководству, поскольку в данном случае это обеспечит более точный контроль и оптимизацию процессов управления, как и складских запасов, так и логистической деятельности в целом, что способствует формированию наиболее оптимальной логистической системы.

Такой подход является наиболее подходящим для крупных предприятий со сложной системой хозяйственных связей с поставщиками товаров и услуг, партнерских отношений и большим объемом поставок товаров разных групп. Мелкие и средние предприятия не могут создать службу логистики как в виде отдельного подразделения.

Служба логистики, организует различные складские операции, получая информацию от коммерческого отдела, занимается планированием размещения, обработки и отпуска товаров и других грузов со склада. Этот процесс основан на сотрудничестве с отделом логистики, необходимом для корректной отгрузки и приёмки товаров со складов. После завершения складских операций необходимые данные передаются обратно в коммерческий отдел, а также передаются документы по приемке или отгрузке товарно-материальных ценностей в бухгалтерию компании [1].

Машинное обучение используется в логистике предприятия для различных прогнозов, основанных на ранее определенных тенденциях и свойствах, определенных в процессе анализа данных о логистический структуре предприятия. При использовании в ИС предприятия машинного обучения, можно производить анализ больших данных без участия человека в этом процессе, привести аналитику больших данных к полной автоматизации, при этом производя обучение системы в процессе работы.

По мнению Черкасова Д.Ю. и Иванова В.В., в управлении логистическими процессами могут быть задействованы следующие методы машинного обучения:

Контролируемое обучение – Обучение происходит на основе указанных входных и выходных данных. Машинное обучение применяет ранее изученную информацию к новым объектам исследования;

Неконтролируемое обучение – машине не указываются метки и теги, из-за чего у неё имеется свобода действий при обучении. Задачей неконтролируемого обучения является анализ базы больших данных, на основе

которой формируются новые собственные выводы. Используется для выявление скрытых шаблонов в данных, анализ которых проводит искусственным интеллектом;

Обучение в действии – машина взаимодействует с динамической внешней средой, в рамках которой выполняется поставленная задача, учитывая состояние среды;

Наполовину управляемое машинное обучение – машина получает входные данные, но выходные данные при этом не установлены [2].

Применение методов машинного обучения в сфере логистики основано на решении одной из базовых задач комбинаторной оптимизации, известной как задача коммивояжера. Задача заключается в нахождении пути, который проходит через заданные точки графа и возвращается в исходную точку, при этом каждую точку нужно пройти ровно один раз. В терминах графов это означает поиск Гамильтонова графа, который включает в себя гамильтонов цикл. То есть, перенося эту задачу на сферу организации логистики, решение задачи коммивояжера позволяет определить самый оптимальный маршрут, который соединяет все указанные города между собой.

В пример можно привести ситуацию, когда курьер доставляет посылки в по некоторому количеству населенных пунктов, решение этой задачи позволяет выбрать наиболее эффективный маршрут, который исключает повторные посещения одного и того же пункта, при этом используя самые оптимальные пути перемещения между пунктами, что помогает сократить время в пути и уменьшить затраты на топливо и другие ресурсы.

Использование алгоритмов машинного обучения для оптимизации маршрутов доставки может существенно повысить эффективность работы курьеров и водителей.

Данные алгоритмы обладают способностью учитывать множество факторов, включая дорожные условия, время суток, интенсивность движения и метеорологические условия. Применение решений, основанных на решении задачи коммивояжера, позволяет не только сократить пройденное расстояние, но и минимизировать затраты на транспортировку. Это является ключевым фактором для успешного ведения бизнеса в сфере логистики [3].

Использование методов машинного обучения позволяет оптимизировать запасы, а также находить наиболее подходящих поставщиков для эффективного ведения бизнеса.

Применение методов машинного обучения решает ряд трудностей в цепочке поставок:

Повышается уровень удовлетворенности клиентов, это достигается за счет усиления клиентоориентированного подхода, который реализуется посредством анализа данных о предпочтениях потребителей. Сбор таких

данных осуществляется как с помощью краткосрочных опросов, так и путем постоянного мониторинга статистики продаж.

Кроме того, применение программного обеспечения, основанного на машинном обучении, позволяет предотвращать непредвиденные задержки в работе, вызванные техническими неполадками или необходимостью проведения различных тестов.

Использование методов машинного обучения в цепочке поставок способствует оптимизации управления запасами, минимизируя риск дефицита или избытка товаров.

Таким образом, применение технологий машинного обучения повышает эффективность и точность работы системы, минимизируя вероятность человеческих ошибок в стандартных ситуациях.

Прогностическая аналитика на основе алгоритмов машинного обучения позволяет прогнозировать спрос, а также может быть использовано для обнаружения недочетов в цепочке поставок ещё до того, как данные ошибки начнут оказывать отрицательное влияние на ведение бизнеса. Поэтому предприятия могут определить основные проблемы в стратегии и приступить к их устранению заранее, понять насколько планы и стратегии предприятия применимы к реальности.

Растёт эффективность управления складом и запасами за счёт более эффективного планирования цепочки поставок.

Можно сделать вывод, что несмотря на сложность цепочки поставок, используя методы машинного обучения можно привести её к наиболее чёткой и оптимальной форме, учитывающую все интересы заинтересованных сторон, что позитивно скажется на организации логистики предприятия и поможет избежать дополнительных затрат, которые будут устранены посредством оптимизации маршрутов [4].

В процессе применения методов машинного обучения становятся заметны трудности: финансовые издержки на создание информационной и цифровой инфраструктуры, отсутствие на предприятии больших данных, несформированное представление менеджеров организации о стратегических возможностях. По причине их наличия процесс внедрения алгоритмов машинного обучения замедляется, однако сила влияния таких барьеров не катастрофическая [5].

Источники

1. Кузьменко, А. С. Основы организации логистической системы предприятия / А. С. Кузьменко // Экономическая среда. – 2017. – № 1(19). – С. 163-166. – EDN YUJKCT.

2. Михов, О. М. Инструментарий машинного обучения в задачах управления логистическими процессами / О. М. Михов, Н. В. Шаталова // Логистика vs COVID-19: последствия, риски, новые возможности роста : Материалы международной научно-практической конференции. XVI Южно-Российский логистический форум, Ростов-на-Дону, 29–30 октября 2020 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный экономический университет «РИНХ», 2020. – С. 302-306. – EDN DQUZNU.

3. Кутехов, Д. О. Исследование эффективности методов машинного обучения с подкреплением в задаче коммивояжера / Д. О. Кутехов, С. О. Арешин // International Journal of Professional Science. – 2023. – № 6. – С. 137-152. – EDN DFDREC.

4. Бадов, В. Д. Машинное обучение в области управления цепочек поставок / В. Д. Бадов // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 25–26 апреля 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 24-27. – EDN TPTAGX.

5. Михов, О. М. Применение методов машинного обучения в российской логистике / О. М. Михов, Н. В. Шаталова // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2020. – Т. 1. – С. 83-86. – EDN KXXURO.

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РУТИННЫХ ОПЕРАЦИЙ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЁТЕ

Бутин Пётр Алексеевич, Савинская Дина Николаевна
КубГАУ, г. Краснодар, Россия
piterbn@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние искусственного интеллекта (ИИ) на бухгалтерский учет и автоматизацию рутинных операций. Описаны основные технологии, применяемые в сфере бухгалтерии, включая машинное обучение, роботизированную автоматизацию процессов (RPA), интеллектуальный анализ данных и оптическое распознавание символов (OCR). Представлены преимущества использования ИИ в бухгалтерии, такие как ускорение обработки данных, снижение количества ошибок, повышение оперативности финансового анализа. Рассматриваются перспективы развития ИИ в бухгалтерском учете, а также вызовы, связанные с его внедрением.

Ключевые слова: искусственный интеллект, бухгалтерский учет, автоматизация, машинное обучение, роботизированная автоматизация, обработка данных.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES TO AUTOMATE ROUTINE OPERATIONS IN ACCOUNTING

Butin Petr Alekseevich, Savinskaya Dina Nikolaevna
KubSAU, Krasnodar, Russia
piterbn@mail.ru

Abstract. The article examines the impact of artificial intelligence (AI) on accounting and the automation of routine operations. It describes the main technologies applied in accounting, including machine learning, robotic process automation (RPA), intelligent data analysis, and optical character recognition (OCR). The advantages of AI in accounting are presented, such as faster data processing, reduced errors, and improved financial analysis efficiency. The prospects for AI development in accounting and the challenges associated with its implementation are also discussed.

Keywords: artificial intelligence, accounting, automation, machine learning, robotic process automation, data processing.

Современный бухгалтерский учет стремительно развивается благодаря внедрению технологий искусственного интеллекта. Автоматизированные

системы в течении крупного промежутка времени оказывали весомое содействие бухгалтерам, но полностью заменить человека они не могли в силу недостаточного развития технологий. Еще с 50-х годов XX века ученые разрабатывали модели, способные выполнять задачи независимо от участия человека. Однако до недавнего времени искусственный интеллект оставался скорее теоретической концепцией. В последние годы наблюдается существенный прогресс в его развитии, и сейчас ИИ активно внедряется во все сферы бизнеса. В бухгалтерии он помогает автоматизировать рутинные операции, снижая нагрузку на специалистов и повышая скорость обработки информации, за счет более эффективного распределения человеческого труда.

ИИ позволяет не просто фиксировать данные, а анализировать их, выявлять закономерности и прогнозировать возможные изменения в финансовых процессах, делать прогнозы. Благодаря этому бухгалтерский учет становится не просто системой регистрации операций, но также и практически полноценным инструментом аналитики. Искусственный интеллект в долгосрочной перспективе способен радикально изменить отрасль, обучаясь выполнять задачи, которые раньше требовали исключительно человеческого вмешательства [1].

Первый шаг к внедрению ИИ в бухгалтерский учет – это роботизированная автоматизация процессов (RPA). Такие системы выполняют повторяющиеся, рутинные задачи, связанные с обработкой данных и документов. Они способны автоматически заносить информацию в учетные системы, проверять соответствие данных и формировать отчетность. Однако они работают строго по заданным алгоритмам и не могут адаптироваться к изменяющимся условиям, то есть действуют четко по инструкции, не учитывая возможные возникающие отклонения.

Следующий этап развития – интеллектуальная автоматизация (IA), которая включает элементы машинного обучения, компьютерного зрения и анализа данных. Эти системы могут не только выполнять задачи, но и обучаться на основе выполненных, анализировать информацию и принимать самостоятельные решения. Например, ввод первичного документа в бухгалтерскую систему теперь может не только регистрировать факт операции, но и инициировать формирование отчетности и дальнейшую обработку данных без участия бухгалтера, а также накопление «опыта» для последующего решения схожих задач [2].

Использование искусственного интеллекта в бухгалтерии позволяет значительно сократить временные затраты на выполнение задач. Раньше многие операции занимали часы или даже дни, так как многим бухгалтерским операциям свойственны большие временные затраты на выполнение, но теперь они могут быть выполнены за считанные минуты. Кроме того, ИИ повышает

качество бухгалтерских функций, обрабатывая документы с использованием технологий обработки естественного языка и компьютерного зрения.

Современные системы также помогают компаниям анализировать денежные потоки и прогнозировать будущие потребности в финансовых ресурсах. Искусственный интеллект интегрируется с учетными системами, автоматически сверяя данные и выявляя возможные расхождения. Это не только значительно упрощает процесс финансового учета, но и позволяет минимизировать ошибки, которые могли бы привести к финансовым потерям [3].

Одной из ключевых технологий, используемых в автоматизации бухгалтерии, является оптическое распознавание символов (OCR). Данная технология позволяет системам автоматически считывать и обрабатывать финансовые документы, устраняя необходимость ручного ввода данных, что сокращает затраченное время на перевод бумажных документов в электронный вид. OCR работает на основе машинного обучения, что значительно увеличивает точность обработки документов.

Благодаря внедрению OCR компании могут автоматизировать обработку счетов-фактур, накладных, договоров и прочих документов. Такие системы позволяют автоматически заполнять поля в учетных программах, что снижает нагрузку на бухгалтеров и минимизирует вероятность ошибок. Кроме того, цифровизация документов способствует ускорению процессов и повышению прозрачности финансовой отчетности [4].

Хотя внедрение искусственного интеллекта в бухгалтерский учет имеет множество преимуществ, оно также сопровождается рядом трудностей. Одним из главных является необходимость повышения квалификации специалистов. Работа с новыми технологиями требует дополнительных компетенций, поэтому бухгалтерам необходимо осваивать новые навыки.

Также стоит вопрос совместимости различных учетных систем. Внедрение ИИ требует значительных инвестиций и модернизации существующего программного обеспечения. Несмотря на то, что современные системы обеспечивают высокую точность обработки данных, полностью исключить вероятность ошибок невозможно, поэтому контроль со стороны человека остается необходимым.

ИИ также меняет саму роль бухгалтера в компании. Теперь этот специалист не просто выполняет учетные операции, а становится аналитиком, интерпретирующим данные и формирующим стратегические рекомендации. Искусственный интеллект не заменяет бухгалтеров, а трансформирует их деятельность, освобождая время для решения более сложных задач [5].

Источники

1. Смоленцева, Л. В. Применение искусственного интеллекта в бухгалтерском учете / Л. В. Смоленцева, А. С. Долгов // Вестник Университета управления «ТИСБИ». – 2022. – № 1. – С. 66-73.

2. Ментюкова, О. В. Автоматизация бухгалтерского учета и искусственный интеллект / О. В. Ментюкова, Л. П. Климкина // Бухгалтерский учет, анализ, аудит и налогообложение: проблемы и перспективы: Сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 17–18 января 2023 года / Под редакцией Н.Н. Бондиной. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 108-111.

3. Кветкина, М. А. Роль искусственного интеллекта в бухгалтерском учёте / М. А. Кветкина // Учет, анализ, аудит и статистика: вызовы и стратегии в условиях новой реальности: Материалы Международной научно-практической студенческой конференции, Ростов-на-Дону, 19 декабря 2022 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный экономический университет «РИНХ», 2023. – С. 104-107.

4. Мурадян, М. М. Автоматизация бухгалтерского учета / М. М. Мурадян // Бенефициар. – 2022. – № 112. – С. 6-8.

5. Кудаева, Э. С. Автоматизация бухгалтерского учета в современном мире / Э. С. Кудаева // Актуальные вопросы современной науки: Сборник статей VII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Пенза, 10 июня 2023 года. Том Часть 2. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 43-45.

УДК 004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА ПРИ НАЙМЕ ТАЙНЫХ ПОКУПАТЕЛЕЙ НА КРАУДСОРСИНГОВОЙ ПЛАТФОРМЕ

Вайнилович Юлия Викторовна, Овсянников Илья Витальевич
МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь
ylia.v@tut.by

Аннотация. В статье рассматривается подход к оценке времени, затрачиваемого «тайными» покупателями для выполнения различных заказов. Предлагается использовать языковые модели для приблизительной оценки времени в зависимости от параметров заказа. Для этой цели был создан тестовый набор данных и протестированы 3 модели – ChatGPT 3.5 turbo, Claude 3 Sonnet и Mistral Medium. Приведен анализ полученных результатов.

Ключевые слова: метод тайного покупателя, краудсорсинговая платформа, языковая модель.

USING A LANGUAGE MODEL TO ANALYZE LEAD TIME WHEN HIRING MYSTERY SHOPPERS ON A CROWDSOURCING PLATFORM

Vainilovich Yulia Viktorovna, Ovsyannikov Ilya Vitalievich
Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus
ylia.v@tut.by

Abstract. The article considers an approach to estimating the time spent by "secret" buyers to fulfill various orders. It is suggested to use language models to approximate the time depending on the order parameters. For this purpose, a test dataset was created and 3 models were tested – ChatGPT 3.5 turbo, Claude 3 Sonnet and Mistral Medium. The analysis of the obtained results is given.

Keywords: mystery shopper method, crowdsourcing platform, language model.

Анализ открытых литературных источников показывает, что эффективным способом сбора информации о качестве обслуживания клиентов и выполнении стандартов в магазинах и точках обслуживания является привлечение третьих лиц, называемых «тайными покупателями»[1-2].

Однако существует проблема в поиске и найме «тайных покупателей». Как показывает анализ существующих интернет ресурсов, по запросу «стать тайным покупателем» можно найти либо предложения от самих компаний, либо объявления на сайтах о поиске работы.

Для решения вопроса поиска и заказа «тайных покупателей» была разработана краудсорсинговая платформа [3].

Разработанная платформа для владельцев компаний предоставляет возможность размещать заказы найма «тайных» покупателей, просматривать, одобрять или отклонять заявки от потенциальных «тайных покупателей», просматривать профили «тайных» покупателей, получать и просматривать отчеты от «тайных» покупателей.

Для «тайных» покупателей разработанная краудсорсинговая платформа предоставляет возможность просматривать предложения от компаний, оставлять заявки на оказание услуг «тайного покупателя», отправлять отчет о проделанной работе [4].

Для приблизительной оценки времени выполнения заказа тайным покупателем в зависимости от различных параметров, таких как детали заказа, месторасположение организации, сфера деятельности и так далее было решено использовать LLM (Large Language Models)[5].

Целью данного исследования является тестирование нескольких языковых моделей на тестовом наборе данных для выбора наиболее релевантной модели.

Было решено протестировать три языковые модели: ChatGPT 3.5 turbo, Claude 3 Sonnet и Mistral Medium.

Тестовый набор данных состоял из десяти типов бизнеса:

– кафе-пекарня. Продажа свежеиспеченного хлеба, пирожных, кексов и напитков. Дополнительная услуга - организация праздничных тортов по индивидуальному заказу;

– ремонт и обслуживание велосипедов. Мастерская по ремонту и техническому обслуживанию велосипедов, а также продажа велосипедов, запчастей и аксессуаров;

– ателье по пошиву одежды: Шитье одежды на заказ, а также ремонт и изменение готовой одежды;

– магазин здорового питания. Продажа экологически чистых продуктов питания, суперфудов, диетических продуктов и продуктов без глютена и лактозы;

– фотостудия. Предоставление услуг профессиональной фотосъемки;

– магазин товаров для домашних животных. Продажа кормов, игрушек, аксессуаров и прочих товаров для домашних животных;

– клининговая компания. Предоставление услуг по уборке и уходу за жилыми и коммерческими помещениями;

– салон татуировок и пирсинга. Оказание услуг по нанесению татуировок и пирсинга профессиональными мастерами;

– цветочный магазин. Продажа свежих цветов, букетов, композиций и садовых растений. Дополнительная услуга - доставка цветов по городу;

– магазин спортивных товаров. Продажа спортивной одежды, обуви, инвентаря и оборудования для различных видов спорта. Дополнительная услуга – консультации по выбору спортивного снаряжения.

Для каждого типа бизнеса был составлен текст заказа. Например, для кафе-пекарни текст был следующим.

«Заголовок заказа. Тайный покупатель для кафе-пекарни «Хлебная радость».

Описание заказа. Добрый день! Мы ищем тайного покупателя для проверки качества обслуживания и продукции в нашем кафе-пекарне «Хлебная радость». Наш бизнес расположен в сердце города, и мы стараемся предоставлять нашим клиентам только самое высокое качество продуктов и обслуживания.

Детали работы. Посещение кафе-пекарни в течение рабочего дня. Оценка качества обслуживания: взаимодействие с персоналом, скорость обслуживания, готовность ответить на вопросы.

Приобретение продуктов для проверки их качества: свежеиспеченного хлеба, пирожных и кексов.

Оценка внешнего вида и чистоты заведения.

Заказ праздничного торта по индивидуальному заказу для проверки процесса заказа и качества готового продукта.

Место заказа. Кафе-пекарня «Хлебная радость», ул. Центральная, 123.

Время работы. Понедельник-пятница: 8:00-20:00, суббота-воскресенье: 9:00-19:00.

Требования к тайному покупателю. Опыт работы тайным покупателем. Хорошие навыки наблюдения и внимательности к деталям. Способность объективно оценивать качество продуктов и обслуживания. Хорошие коммуникационные навыки. Способность предоставить подробный отчет о своем опыте посещения нашего заведения.

Ожидания от выполненной работы. Подробный отчет о посещении нашего кафе-пекарни, включая оценку качества обслуживания, продуктов и чистоты заведения. Фотографии продуктов, приобретенных во время посещения. Рекомендации по улучшению качества обслуживания и продуктов. Отчет о процессе заказа и качестве праздничного торта (если таковой был заказан).

Спасибо за внимание к нашему заказу! Мы надеемся на плодотворное сотрудничество и ценный отзыв, который поможет нам улучшить наш бизнес».

При генерации заказов была использована языковая модель Mistral Medium. Данное решение привело к созданию интересных контекстов. К

примеру, заказ от салона татуировок и пирсинга должен быть отмечен как крайне нерекомендуемый для пользователей младше 18 лет. Также при анализе заказа стоит обратить внимание на то, что заказ может не подходить пользователю по этическим соображениям.

Результаты тестирования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты тестирования языковых моделей

Заказ	Языковая модель		
	ChatGPT 3.5 turbo	Claude 3 Sonnet	Mistral Medium
	Время в часах		
1	2-4	4-5	1.5-2
2	6.5	3-6	2-3
3	-	4-6	2-4
4	3-4	3-4	1
5	-	2-3	2-3
6	-	2-3	1-2
7	3.5-4	3	3
8	-	5-6	3-5
9	-	3-4	1-2
10	4-5	3-4	1-2

В таблице 1 выделены результаты, наиболее приближенные к реальности.

Модели Claude и Mistral, показали хороший результат и способны детально обосновать свои ответы.

Однако Mistral намного сильнее погружалась в контекст и учитывала детали запроса (например, время ожидания вне места заказа не учитывается). Это означает, что Mistral более гибкая и сможет качественнее учесть другие детали заказа, такие как пол, возраст, род занятости, расстояние до места заказа и т. д.

ChatGPT 3.5 turbo показала худший результат, т. к. зачастую полностью или частично игнорировала детали поставленной задачи и детали заказа. В ряде случаев модель не могла оценить время, требовала больше деталей и не давала даже приблизительной оценки.

Таким образом, на данном этапе предпочтительнее модель Mistral. В дальнейшем стоит сравнить Claude и Mistral на заказах с большим контекстом (пол, возраст, род занятости, расстояние до места заказа и т.д.). Продолжать тестирование ChatGPT 3.5 turbo не имеет смысла.

Источники

1. Жернова С.В. Тайный покупатель как эффективный метод оценки персонала // Современные исследования проблем управления кадровыми ресурсами: сборник научных статей II Международной научно-практической конференции, Москва, 25–26 апреля 2017 года. Том 1. – Москва: Московский технологический университет (МИРЭА), 2017. – С. 175-181.

2. Сысоева О.А. Тайный покупатель как метод улучшения качества обслуживания в торговле // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 3-9. – С. 131-134.

3. Вайнилович Ю.В., Овсянников И.В. Оптимизация процесса оценки качества обслуживания: краудсорсинговое решение для тайных покупателей // Энергетика, информатика, инновации – 2024 (математическое моделирование и информационные технологии в производстве и строительстве, микроэлектроника и оптотехника): XIV Международная научно-техническая конференция : сборник трудов, Смоленск, 13–14 ноября 2024 года. – Смоленск: Б.и., 2024. – С. 32-35.

4. Овсянников И.В., Вайнилович Ю.В. Технология использования краудсорсинговой платформы для заказа и оценки услуг тайных покупателей // Молодая наука - 2024: Сборник материалов XV Национальной научно-практической конференции с международным участием молодых ученых, аспирантов и студентов. В 4-х частях, Ярославль, 13–14 апреля 2024 года. – Ярославль: Международная академия бизнеса и новых технологий, 2024. – С. 102-105.

5. Кульчицкий С.Е. Применение Large Language Models (LLM) при принятии управленческих решений в компаниях // Современные информационные технологии: Сборник научных статей по материалам 9-й Международной научно-технической конференции, Бургас, 04 сентября 2023 года. Том 2. – Бургас: Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии=Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2023. – С. 154-159.

УДК 004.8:658

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТРАНСФОРМАЦИИ БИЗНЕСА

Валишова Софья Ренатовна, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zaripova.rs@kgeu.ru

Аннотация. В статье рассматривается роль искусственного интеллекта (ИИ) в трансформации современного бизнеса. Исследование акцентирует внимание на ключевых направлениях применения ИИ, таких как автоматизация процессов, улучшение обслуживания клиентов, оптимизация производства и принятие решений. Особое внимание уделено преимуществам внедрения ИИ, включая повышение эффективности, снижение затрат и создание инновационных продуктов. Также рассмотрены вызовы, связанные с внедрением ИИ, такие как высокая стоимость, нехватка квалифицированных кадров и этические вопросы. Статья подчеркивает, что успешное использование ИИ требует стратегического подхода и готовности к изменениям.

Ключевые слова: искусственный интеллект, бизнес, автоматизация, маркетинг, управление, инновации, данные, эффективность, клиенты, технологии.

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BUSINESS TRANSFORMATION

Valishova Sofya Renatovna Valishova, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
zaripova.rs@kgeu.ru

Abstract: The article examines the role of artificial intelligence (AI) in transforming modern business. The study focuses on key areas of AI application, such as process automation, improving customer service, optimizing production, and decision-making. Special attention is paid to the benefits of AI implementation, including increased efficiency, cost reduction, and the creation of innovative products. The challenges associated with AI adoption, such as high costs, a shortage of qualified personnel, and ethical issues, are also discussed. The article emphasizes that successful use of AI requires a strategic approach and a willingness to adapt to change.

Keywords: artificial intelligence, business, automation, marketing, management, innovation, data, efficiency, customers, technology.

Современный бизнес находится на пороге эры искусственного интеллекта (ИИ). Технологии ИИ уже сегодня трансформируют традиционные подходы к управлению, маркетингу, производству и взаимодействию с клиентами [1, 2].

Компании, которые успешно внедряют ИИ, получают значительное конкурентное преимущество, оптимизируют свои процессы и создают инновационные продукты. От чат-ботов в службе поддержки до предиктивной аналитики в управлении цепочками поставок ИИ активно используется в различных отраслях [3]. Его основное преимущество заключается в способности обрабатывать огромные объемы данных, находить закономерности и принимать решения на основе этих данных. Это позволяет компаниям автоматизировать рутинные задачи, освобождая время сотрудников для более стратегических задач, улучшать качество обслуживания клиентов за счет персонализированных предложений и быстрого реагирования на запросы, а также оптимизировать производственные процессы, снижая издержки и повышая эффективность [4].

Одной из ключевых областей применения ИИ является маркетинг и продажи. ИИ помогает компаниям лучше понимать своих клиентов. С помощью анализа данных о поведении потребителей ИИ может прогнозировать спрос, предлагать персонализированные рекомендации и оптимизировать рекламные кампании. Например, системы на основе ИИ могут автоматически настраивать таргетированную рекламу, увеличивая конверсию и снижая затраты на привлечение клиентов. В управлении и принятии решений ИИ-алгоритмы способны анализировать большие объемы данных и предоставлять руководителям инсайты для принятия решений [5]. Это особенно полезно в финансовой сфере, где ИИ используется для прогнозирования рыночных трендов, оценки рисков и управления инвестициями.

В производстве и логистике ИИ помогает оптимизировать цепочки поставок, прогнозировать спрос на продукцию и предотвращать простои оборудования за счет предиктивного обслуживания [6]. В логистике ИИ используется для оптимизации маршрутов доставки, что снижает затраты и улучшает качество обслуживания клиентов. В сфере обслуживания клиентов чат-боты и виртуальные помощники на основе ИИ уже стали неотъемлемой частью многих компаний. Они способны обрабатывать запросы клиентов 24/7, предоставляя быстрые и точные ответы, что значительно повышает уровень удовлетворенности клиентов.

Преимущества внедрения ИИ очевидны. Во-первых, это повышение эффективности: автоматизация процессов позволяет сократить время выполнения задач и снизить затраты [7]. Во-вторых, улучшение качества решений: ИИ предоставляет данные для принятия обоснованных решений, что снижает риски и увеличивает прибыль. В-третьих, инновации: ИИ открывает новые возможности для создания уникальных продуктов и услуг, что помогает компаниям выделяться на рынке.

Однако внедрение ИИ сопряжено с рядом вызовов. Во-первых, высокая стоимость внедрения: разработка и внедрение ИИ-решений требуют значительных инвестиций. Во-вторых, нехватка квалифицированных кадров: для работы с ИИ необходимы специалисты с уникальными навыками, которых на рынке труда пока недостаточно. В-третьих, этические вопросы: использование ИИ поднимает вопросы о конфиденциальности данных и возможной дискриминации при принятии решений алгоритмами.

Искусственный интеллект – это не просто технология, это инструмент, который меняет правила игры в бизнесе. Компании, которые смогут эффективно внедрить ИИ в свои процессы, получат значительное преимущество перед конкурентами. Однако успешное использование ИИ требует не только технических знаний, но и стратегического подхода, а также готовности к изменениям. Будущее бизнеса принадлежит тем, кто сможет адаптироваться к новым реалиям и использовать ИИ для своего роста и развития.

Источники

1. Зарипова Р.С., Миронов С.П. Процесс управления инновационной деятельностью организаций при переходе к цифровой экономике // Наука Красноярья. 2018. Т. 7. № 2-2. С. 25-29.
2. Рочева О.А., Морозова И.Г., Тумашева М.В. Приоритетные направления применения технологий искусственного интеллекта как инструмента трансформации бизнес-процессов // Наука Красноярья. 2023. Т.12. №3-2. С.55-59.
3. Хаджиева Л.К., Халидов А.А., Хагаева А.В. Цифровизация и автоматизация производства в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 443-446.
4. Гимаева А.Р., Нуриев М.Г., Зарипова Р.С. Применение реинжиниринга бизнес-процессов в деятельности предприятия автомобильного сервиса // Russian Journal of Management. 2024. Т. 12. № 4. С. 80-92.
5. Емалетдинова Л. Ю., Вильданов Н. Р., Катасев А. С. Использование нейросетевой модели TCN-LSTM для прогнозирования значений временного ряда // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 62-64.
6. Зарипова Р.С., Пырнова О.А. Управление деятельностью организаций в условиях цифровой экономики // Ученые записки ИСГЗ. 2018. Т. 16. № 2. С. 70-75.
7. Гачаев А.М., Вахаева Д.А., Овсеенко Г.А. Общая тенденция развития отрасли основных технологий искусственного интеллекта // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 10. № 9 (150). С. 120-125.

УДК 004.855.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ СРЕДСТВАМИ BRAIN.JS НА ПРИМЕРАХ БУЛЕВЫХ ОПЕРАЦИЙ

Ванюшев Александр Александрович, Сытник Анатолий Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
alex_von1@mail.ru, as.sytnik@gmail.com

Аннотация. В работе показано, как с помощью Brain.js можно обучить нейронную сеть на примерах булевых операций, подчеркнув важность скрытого слоя и гиперпараметров. Библиотека используется для наглядной демонстрации обучения и визуализации сети прямо в браузере.

Ключевые слова: нейронные сети, искусственный интеллект, Brain.js, логические операции, скрытый слой, обучаемость, гиперпараметры, градиентный спуск.

NEURAL NETWORK MODELING USING BRAIN.JS ON EXAMPLES OF BOOLEAN OPERATIONS

Vanyushev Alexander Alexandrovich, Sytnik Anatoliy Sergeewich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
alex_von1@mail.ru, as.sytnik@gmail.com

Abstract. This paper demonstrates how Brain.js can be used to train a neural network on Boolean operations, emphasizing the role of hidden layers and hyperparameters. The library provides a visual and accessible way to explore neural network training directly in the browser.

Keywords: neural networks, artificial intelligence, Brain.js, logical operations, hidden layer, learnability, hyperparameters, gradient descent.

Алгоритмы машинного обучения применяются практически во всех сферах экономики и производства для прогнозирования рынка и принятия инвестиционных решений [1]. Активное развитие инструментов искусственного интеллекта стимулирует появление удобных решений для быстрого тестирования и наглядной демонстрации нейросетевых моделей прямо в веб-браузере.

В качестве простого, но показательного примера часто используют логические операции (XOR, AND, OR). Задача XOR, например, демонстрирует, что однослойный перцептрон не способен аппроксимировать нелинейную функцию, а добавление скрытого слоя обеспечивает успешное обучение.

Главная цель показать, как с помощью бесплатной библиотеки Brain.js можно обучить нейронную сеть на примерах булевых операций и проанализировать важность скрытых слоёв и функций активации. Задачи AND и OR требуют меньших вычислительных усилий, поскольку являются линейно разделимыми. В ходе экспериментов оценивались особенности обучения при различных функциях активации.

Классическая нейронная сеть состоит из входного слоя, одного или нескольких скрытых слоёв и выходного слоя. При прямом проходе сигналы умножаются на веса, суммируются и пропускаются через функцию активации. Процесс обучения нацеливается на минимизацию ошибки - разницы между предсказанным выходом и эталонным, используя метод градиентного спуска [2].

Перцептрон Розенблатта простейшая нейросеть, созданная в конце 1950-х для задач классификации. Он представляет собой однослойную модель, в которой веса настраиваются методом обучения с учителем. Такой подход работает только для линейно разделимых задач, например, AND или OR. Однако он не способен решить задачу XOR, так как она требует нелинейной разделяющей границы.

Чтобы решить XOR, необходим хотя бы один скрытый слой он добавляет сети гибкости и позволяет аппроксимировать более сложные зависимости. При обучении с учителем используются фиксированные входные пары (0,0), (0,1), (1,0), (1,1) и соответствующие правильные выходы (для XOR: 0, 1, 1, 0). Сеть постепенно корректирует веса до тех пор, пока ошибка не станет достаточно маленькой. Результаты экспериментов показаны в табл. 1.

Нейронная сеть формируется из входного, скрытого и выходного слоёв. Для нелинейных задач, таких как XOR, ключевую роль играет наличие хотя бы одного скрытого слоя. Выход интерпретируется как 0 или 1 при решении булевых задач.

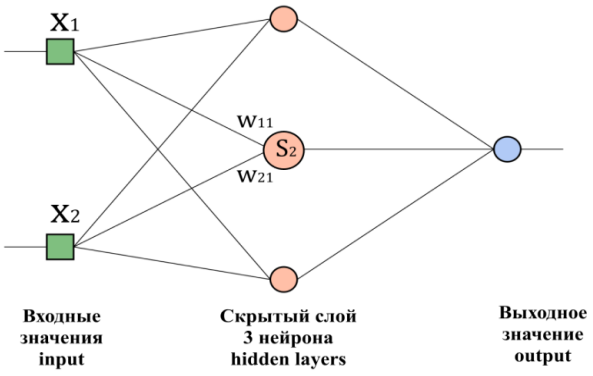


Рис. 1. Схема нейронной сети

Сеть учится на размеченных данных методом обратного распространения ошибки [2]. На каждом шаге вычисляется ошибка, и веса корректируются градиентным спуском до тех пор, пока ошибка не станет достаточно малой или не достигнуто нужное число эпох.

Наиболее востребованы сигмоидальная (sigmoid) функция, tanh и ReLU. Sigmoid и tanh удобны для бинарных задач: дают выход в ограниченном диапазоне (0–1 или –1…1), позволяя интерпретировать результат как логическое значение. ReLU (Rectified Linear Unit) особенно полезна в глубоких сетях, но может приводить к «мертвым» нейронам. Задачи XOR, AND и OR по-разному демонстрируют возможности сети. XOR не поддаётся обучению однослойным перцептроном, тогда как AND/OR относятся к линейно разделимым функциям и выучиваются быстрее.

Brain.js – это JavaScript-библиотека, созданная для наглядной демонстрации того, как работает нейронная сеть. Она позволяет обучать модели прямо в браузере или в Node.js с помощью простого API, включая настройку входов, скрытых слоёв, выходов и гиперпараметров, продемонстрированных на рис. 2. Метод net.train() показанный на рис. 3, принимает обучающие данные и параметры, такие как число итераций, допустимый уровень ошибки, скорость обучения и логирование. Пользователь может визуализировать структуру сети через brain.utilities.toSVG() показано на рис.3, и экспериментировать с архитектурой, что делает библиотеку особенно полезной для обучения и экспериментов.

```
const net = new brain.NeuralNetwork({ // Создаем нейронную сеть
  inputSize: 2,    // Два входных нейрона (для двух чисел XOR)
  hiddenLayers: [3], // Один скрытый слой с 3 нейронами
  outputSize: 1   // Один выходной нейрон
});
```

Рис. 2. Фрагмент кода настройки и гиперпараметров обучения

Пример с логической операцией XOR**.** Создавалась сеть (2 входа, 3 нейрона скрытого слоя, 1 выход). Обучающая выборка: (0,0) →0, (0,1)→1, (1,0)→1, (1,1)→0. При learningRate ≈ 0,2 и числе итераций ~10 000 ошибка снизилась до ~0,005. После обучения сеть выдаёт ~0,95–0,99 для (0,1), (1,0) и ~0,03–0,05 для (0,0), (1,1). Однослойной сети для XOR недостаточно, поэтому скрытый слой здесь критичен [2].

При меньшем числе итераций результаты экспериментов приведены в табл. 1. сеть не успевала полностью скорректировать веса, итоговая ошибка оставалась на уровне 0.05, в результате чего предсказания ещё далеки от идеальных.

Таблица 1. Результаты обучения сети на задаче XOR

№ экспер-имента	Функция актив-ации	Итер-ации	Скорость обучения - Rate	Итоговая ошибка	Пример проверки (Input → Ожидание → Выход)
1	sigmoid	2000	0.1	0.050	[1,1] → 0 → ~0.25, [0,1] → 1 → ~0.80
2	sigmoid	5000	0.2	0.010	[1,1] → 0 → ~0.12, [1,0] → 1 → ~0.88
3	tanh	5000	0.2	0.008	[1,1] → 0 → ~0.05, [0,1] → 1 → ~0.94
4	relu	5000	0.2	0.020	[1,1] → 0 → ~0.15, [0,1] → 1 → ~0.85

```
    // Обучаем сеть на примерах XOR
    net.train([
      { input: [0, 0], output: [0] }, { input: [0, 1], output: [1] },
      { input: [1, 0], output: [1] }, { input: [1, 1], output: [0] }
    ], {
      log: true, iterations: 10000, errorThresh: 0.010, learningRate: 0.2
    });
// Прогоняем сеть на данных (0,1)
    const prediction = net.run([0, 1]);
    // Выводим результат в консоль
    console.log('Предсказание для (0,1):', prediction);
    // Визуализация нейронной сети
    const diagram = document.getElementById('diagram');
```

Рис. 3. Фрагмент кода настройки нейронной сети XOR.

Для использования Brain.js в браузере достаточно подключить скрипт библиотеки и создать объект нейронной сети, указав желаемые настройки, а затем вызвать метод train, передав набор данных. После успешного обучения метод run возвращает предсказание по входному вектору, что в задачах логических операций позволяет проверить, действительно ли сеть правильно вычисляет XOR, AND или OR. В сочетании с встроенной функцией визуализации «brain.utilities.toSVG» можно мгновенно получить схему слоёв, показанную на рис. 1.

Проведённые тесты показали, что библиотека «Brain.js» позволяет легко обучить нейронную сеть на логических функциях, одновременно иллюстрируя

фундаментальные принципы алгоритма обратного распространения ошибки и важность скрытого слоя [4]. Задача XOR демонстрирует потребность в многослойной архитектуре при работе с нелинейными функциями, тогда как AND/OR учатся даже без сложной оптимизации. Brain.js упрощает процесс визуализации и отладки, делая этот подход удобным для учебных и исследовательских целей [5]. Дальнейшее развитие возможно за счёт усложнения логических схем и внедрения более современных фреймворков для решения задач повышенной сложности. Подобная практика открывает путь к дальнейшим экспериментам в более сложных задачах, где понимание механизмов обучения остаётся ключевым фактором успеха.

Источники

1. Андреянов Н. В., Евдокимова Т. С., Павлов А. Д., Сытник А. С., Шлеймович М. П. Методы искусственного интеллекта: учебное пособие. Казань: КНИТУ-КАИ, 2024. 392 с. URL: https://elibs.kai.ru/_docs_file/623/HTML/index.html (дата обращения: 09.02.2025).

2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press, 2017. – 652 с. URL: https://www.deeplearningbook.org/ (дата обращения: 09.02.2025).

3. Brain.js: Official Documentation. GitHub Repository, версия 0.6.3, 2016. URL: https://github.com/BrainJS/brain.js (дата обращения: 09.02.2025).

4. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. 4-е изд., т. 1: Решение проблем и рассуждения. – СПб.: Диалектика, 2021. – 704 с.

5. Кочитов М. Е., Баженов Р. И. Использование библиотеки BrainJS для разработки нейронной сети на языке программирования JavaScript // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2019. – Т. 4, № 4(14). – С. 15–28. URL: https://doi.org/10.47428/ITEE.2019.14.4.2 (дата обращения: 09.02.2025).

УДК 004

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Вишняков Владимир Маринович, Бабешко Анастасия Павловна, Купцов Адриан Алексеевич
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
BabeshkoAP@mpei.ru, VishniakovVM@mpei.ru, KuptsovAdA@mpei.ru

Аннотация. Статья представляет комплексный анализ современных технологий искусственного интеллекта (ИИ), охватывающий ключевые аспекты их развития, применения и перспектив. На основе актуальных данных исследований (2021-2023 гг.) рассматриваются: динамика мирового рынка ИИ, технологические достижения, практическое применение в промышленности и финансовом секторе, а также энергетические и этические вызовы. Особое внимание уделено трансформерным архитектурам, генеративным моделям и нейроморфным вычислениям. Приводятся прогнозы развития ИИ до 2025 года, включая внедрение квантовых технологий и регуляторные тренды. Статья основана на данных авторитетных источников и содержит визуализированную аналитику.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, рынок ИИ, трансформерные модели, устойчивое развитие.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES: CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

Vishyakov Vladimir Marinovich, Babeshko Anastasiia Pavlovna, Kuptsov Adrian Alekseevich
MPEI, Moscow, Russia
BabeshkoAP@mpei.ru, VishniakovVM@mpei.ru, KuptsovAdA@mpei.ru

Abstract. The article presents a comprehensive analysis of modern artificial intelligence (AI) technologies, covering key aspects of their development, applications and prospects. Based on current research data (2021-2023), it considers: the dynamics of the global AI market, technological advances, practical applications in industry and the financial sector, as well as energy and ethical challenges. Special attention is paid to transformational architectures, generative models and neuromorphic computing. Forecasts of AI development until 2025 are given, including the introduction of quantum technologies and regulatory trends. The article is based on data from authoritative sources and contains visualised analytics.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, neural networks, AI market, transformer models, sustainable development.

Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) демонстрируют стремительный прогресс, о чем свидетельствуют ключевые

показатели: объем мирового рынка ИИ достиг $454 млрд в 2023 году [1], а точность современных моделей в задачах распознавания образов превышает 95% [2]. Этот технологический прорыв стал возможен благодаря развитию методов машинного и глубокого обучения, где особого внимания заслуживают архитектуры Transformer, обеспечивающие 87% точность в обработке естественного языка [3]. Нейронные сети и генеративные модели открывают новые горизонты в различных сферах применения. В области компьютерного зрения системы на основе CNN демонстрируют 98% точность диагностики при анализе медицинских изображений [4], а генеративные модели типа GAN и диффузионные архитектуры создают контент с точностью воспроизведения стиля до 89% [5]. Практическое применение этих технологий уже сегодня трансформирует ключевые отрасли: в промышленности предиктивная аналитика снижает затраты на обслуживание оборудования на 25-30% [6], а в финансовом секторе алгоритмы ИИ обрабатывают до 85% всех транзакций [7].

Однако развитие ИИ сталкивается со значительными вызовами. Этические вопросы, связанные с алгоритмической предвзятостью, остаются актуальными – исследования показывают, что до 38% моделей демонстрируют дискриминационные паттерны [8]. Технические ограничения также существенны: обучение крупных языковых моделей требует до 284 тонн CO2-эквивалента [9], что ставит вопрос об экологической устойчивости технологий ИИ. Перспективы развития ИИ связаны с несколькими ключевыми направлениями. Нейроморфные вычисления обещают увеличить энергоэффективность систем в 100-1000 раз [10], а квантовый ИИ потенциально может ускорить обучение моделей на несколько порядков. Применение ИИ для устойчивого развития уже сегодня позволяет оптимизировать энергопотребление в smart grid-системах с эффективностью до 92% [11].

Современные исследования подчеркивают необходимость сбалансированного подхода к развитию ИИ. Как показывают данные [12], 78% стран уже разрабатывают или внедряют регуляторные рамки для ИИ-технологий. Будущее искусственного интеллекта будет определяться не только технологическими инновациями, но и развитием этических стандартов, междисциплинарным сотрудничеством и инвестициями в фундаментальные исследования, объем которых в 2023 году превысил $92 млрд [13].

Источники

1. Artificial Intelligence Market Size Worldwide // Statista URL: https://www.statista.com/outlook/tmo/artificial-intelligence/worldwide (дата обращения: 01.04.2025).

2. AI Index Report // Stanford University URL: https://hai.stanford.edu/ai-index/2023-ai-index-report (дата обращения: 01.04.2025).

3. Transformer Models in NLP // Google Research URL: https://research.google/blog/transformer-a-novel-neural-network-architecture-for-language-understanding/ (дата обращения: 01.04.2025).

4. AI in Medical Imaging // Nature Medicine URL: https://www.nature.com/subjects/medical-imaging/nm (дата обращения: 01.04.2025).

5. Generative Models Performance // Decrypt URL: https://decrypt.co/291193/openais-next-gen-model-hits-performance-wall-report (дата обращения: 01.04.2025).

6. AI in Industrial Applications // McKinsey & Company URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-ais-breakout-year (дата обращения: 01.04.2025).

7. AI in Financial Services // PwC URL: https://www.pwc.co.uk/industries/financial-services/understanding-regulatory-developments/ai-in-financial-services-navigating-the-risk-opportunity-equation.html (дата обращения: 01.04.2025).

8. Algorithmic Bias Study // MIT Technology Review URL: https://www.technologyreview.com/2023/12/19/1084505/generative-ai-artificial-intelligence-bias-jobs-copyright-misinformation/ (дата обращения: 01.04.2025).

9. Energy Consumption in AI // University of Massachusetts URL: https://www.umass.edu/news/article/umass-researchers-awarded-12m-shrink-societys-carbon-footprint-ai-other-computer (дата обращения: 01.04.2025).

10. Neuromorphic Computing Research // Intel URL: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.intel.com/content/www/us/en/research/blogs/innovation-2023 (дата обращения: 01.04.2025).

11. AI for Energy Optimization // International Energy Agency URL: https://www.iea.org/topics/artificial-intelligence (дата обращения: 01.04.2025).

12. AI Policy Trends // OECD URL: https://www.oecd.org/en/topics/artificial-intelligence.html (дата обращения: 01.04.2025).

13. AI Research Investments // Bloomberg URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2025-04-01/meta-s-head-of-ai-research-to-leave-roiling-investment-push (дата обращения: 01.04.2025).

УДК 621.039.586:004.8

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗВИТИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Волкова Елизавета Валерьевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
elizaveta_volkova_4@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена роли искусственного интеллекта (ИИ) в современном развитии ядерной энергетики и обороны. Рассмотрены ключевые задачи, решаемые ИИ: повышение безопасности реакторов через анализ видеопотоков, мониторинг состояния АЭС, оптимизация работы реакторов, управление отходами и разработка новых материалов. Подчеркнута значимость российских научных центров и предприятий в данной сфере, требующих масштабных инвестиций и эффективного сотрудничества между научными институтами и коммерческими компаниями для реализации прорывных разработок.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, ядерная энергетика, безопасность реакторов, автоматизированные системы управления (АСУ ТП).

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DEVELOPMENT OF NUCLEAR ENERGY

Volkova Elizaveta Valerievna
KSPEU, Kazan, Russia
elizaveta_volkova_4@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the role of artificial intelligence (AI) in the modern development of nuclear energy and defense. The key tasks solved by AI are considered: increasing reactor safety through video stream analysis, monitoring the state of nuclear power plants, optimizing reactor operation, waste management and developing new materials. The importance of Russian research centers and enterprises in this area, requiring large-scale investments and effective cooperation between research institutes and commercial companies to implement breakthrough developments, is emphasized.

Keywords: Artificial intelligence, nuclear energy, reactor safety, automated control systems (ACS TP).

Мировая гонка технологического превосходства неумолимо приближает нас к эпохе, где искусственный интеллект (ИИ) играет ключевую роль не только в повседневной жизни, но и в таких критически важных областях, как ядерная энергетика и оборона.

Разработка новых типов реакторов, совершенствование существующих и, к сожалению, модернизация ядерного оружия – всё это становится ареной для применения самых передовых ИИ-технологий. Отставание в этой сфере равносильно утрате конкурентоспособности и угрозе национальной безопасности, поскольку традиционные средства обороны в условиях потенциального ядерного противостояния становятся недостаточно эффективными.

С момента зарождения автоматизированные системы управления были жизненно необходимы для минимизации технологических рисков и защиты персонала. Однако ИИ поднимает автоматизацию на качественно новый уровень, предоставляя возможности, ранее недоступные. Его потенциал выходит за рамки простого контроля [1]: ИИ способен глубоко анализировать процессы ядерной физики, что открывает путь к созданию принципиально новых, более безопасных и эффективных реакторов.

Рассмотрим первоочередные задачи, которые ИИ призван решать в ядерной энергетике [2]:

- Повышение безопасности реакторов. Нейронные сети, анализирующие видеопотоки с камер, установленных внутри реакторов, способны обнаруживать микротрещины и другие дефекты на ранних стадиях их образования [3]. Система работает по принципу сравнения текущих изображений с эталонными, выявляя малейшие отклонения от нормы;
- Мониторинг состояния АЭС. ИИ способен обрабатывать огромные потоки данных, поступающие с датчиков, систем наблюдения и контроля, значительно быстрее и эффективнее человека. Система сравнивает поступающие данные с обширной базой эталонных значений, выявляя отклонения и прогнозируя возможные проблемы задолго до их проявления;
- Оптимизация работы реакторов. ИИ может оптимизировать режимы работы реакторов, повышая их эффективность и снижая энергопотребление. Алгоритмы машинного обучения способны анализировать данные о работе реактора в реальном времени и адаптировать его параметры к изменяющимся условиям;
- Управление отходами. ИИ может помочь оптимизировать процессы переработки и хранения отходов, снижая риски загрязнения окружающей среды. ИИ-системы способны анализировать состав отходов, прогнозировать их поведение в долгосрочной перспективе и разрабатывать оптимальные стратегии утилизации;
- Разработка новых материалов. Например, ИИ может моделировать поведение материалов в экстремальных условиях, помогая создавать более устойчивые к радиации и коррозии конструкции.

Российские разработки в сфере автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) активно ведутся многими организациями, среди которых такие крупные научно-исследовательские институты и предприятия, как АО «РАСУ», ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю. Е. Седакова», ФГУП «ВНИИА», ФГУП «ПСЗ», ООО «Московский физприбор», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е. И. Забабахина», АО «СНИИП», и НИЦ «Курчатовский институт» [4]. Их активная работа в области цифровых технологий для АСУ ТП указывает на значительный потенциал развития как ядерной энергетики, так и технологий искусственного интеллекта (ИИ) в России. Однако, для достижения серьёзных прорывов и успешной реализации разработок, этим научным центрам, объединяющим учёных, инженеров и IT-специалистов, необходимы масштабные инвестиции.

Ключевым фактором успеха является также эффективное сотрудничество между научными институтами и университетами, с одной стороны, и коммерческими компаниями, занимающимися разработкой и внедрением технологий ИИ, с другой. Такое взаимодействие позволит ускорить разработку, внедрение и коммерциализацию инноваций в обеих областях.

В заключение, искусственный интеллект не просто инструмент автоматизации в ядерной энергетике, а ключевой фактор повышения безопасности, эффективности и конкурентоспособности в этой стратегически важной отрасли. Его широкое внедрение – это не просто технологический скачок, а необходимое условие для безопасного и устойчивого развития ядерной энергетики в будущем.

Источники

1. Smith A., Johnson B. Artificial Intelligence in Nuclear Reactor Control: Current Trends and Future Prospects // *Frontiers in Nuclear Engineering.* – 2024. URL: https://www.frontiersin.org/journals/nuclear-engineering/articles/10.3389/fnuen.2024.1355630/full (дата обращения: 15.03.2025).

2. Искусственный интеллект в атомной энергетике // EdEverest. – URL: https://edverest.ru/unit/ii-v-atomnoj-energetike/ (дата обращения: 16.03.2025).

3. Атомная энергетика – новая отрасль для искусственного интеллекта // Зарубежом. – 2023. – URL: https://zarubejom.ru/news/atomnaya-energetika-novaya-otrasl-ii-/ (дата обращения: 16.03.2025).

4. Петров В.А., Иванова С.К. Применение нейросетевых технологий в управлении ядерными реакторами // *Ядерная энергетика*. – 2023. – № 5. – С. 45–52. – URL: https://www.j-atomicenergy.ru/index.php/ae/article/view/5458 (дата обращения: 20.03.2025).

УДК 37:004.8

ИИ В ОБРАЗОВАНИИ: ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ БУДУЩЕГО

Габдрахманова Салтанат Ернаркызы, Андреева Елена Анатольевна
КГЭУ, г. Казань, Россия
gabdrakhmanova.saltanat.07@mail.ru, info-ea@mail.ru

Аннотация. Интеллектуальные системы, основанные на ИИ, предоставляют новаторские подходы к решению актуальных задач в сфере образования, включая различия в уровне подготовки студентов и потребность в персонализированном обучении. Благодаря адаптивным системам, интеллектуальным тьюторам и анализу больших данных, становится возможным индивидуализировать учебный процесс, что способствует увеличению его результативности и расширению возможностей для всех. Тем не менее, применение ИИ требует внимания к техническим, общественным и моральным вопросам, чтобы обеспечить гармонию между технологическими решениями и личным общением между преподавателем и учеником в образовательной среде.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), персонализированное обучение, адаптивные платформы, интеллектуальные наставники, анализ данных, автоматизация, образование будущего, социальное взаимодействие, виртуальная реальность, технические ограничения.

AI IN EDUCATION: PERSONALIZED LEARNING OF THE FUTURE

Gabdrakhmanova Saltanat Ernarkyzy, Andreeva Elena Anatolyevna
KSPEU, Kazan, Russia
gabdrakhmanova.saltanat.07@mail.ru, info-ea@mail.ru

Abstract. Intelligent AI-based systems provide innovative approaches to solving urgent problems in the field of education, including differences in the level of student training and the need for personalized learning. Thanks to adaptive systems, intelligent tutors and big data analysis, it becomes possible to individualize the learning process, which helps to increase its effectiveness and expand opportunities for all. However, the application of AI requires attention to technical, social and moral issues in order to ensure harmony between technological solutions and personal communication between teacher and student in an educational environment.

Keywords: artificial intelligence (AI), personalized learning, adaptive platforms, intelligent mentors, data analysis, automation, education of the future, social interaction, virtual reality, technical limitations.

В сфере современного образования существует ряд серьезных проблем: неоднородность знаний у студентов, недостаточное внимание к потребностям каждого учащегося, дефицит времени и возможности у преподавателя, а также растущий объем информации. В сложившейся ситуации технологии искусственного интеллекта (ИИ) предлагают перспективное решение, потенциально способное кардинально изменить систему образования, обеспечив индивидуализацию, повышение продуктивности и расширение возможностей для обучения.

Что же такое персонализированное обучение? Персонализированное обучение – это подход в образовании, при котором содержание, темп и методы обучения адаптируются под индивидуальные особенности и потребности каждого обучающегося. В отличие от традиционного, «унифицированного» обучения, где всем предлагается одинаковый материал и задания, персонализация с ИИ позволяет создавать уникальные образовательные траектории для каждого учащегося [1].

Сейчас мы рассмотрим, как ИИ меняет образование.

1. Адаптивные обучающие платформы.

Современные решения, вроде Khan Academy, Duolingo или Coursera, используют ИИ-алгоритмы для оценки успехов учащихся. Исходя из информации о выполненных заданиях, система выявляет сложные для ученика темы и предлагает вспомогательные материалы или задания. Это дает возможность каждому обучаться в комфортном темпе.

2. Интеллектуальные наставники.

ИИ-тьюторы, например Squirrel AI или Carnegie Learning, умеют объяснять сложные темы, отвечать на вопросы и предоставлять обратную связь мгновенно. Они доступны круглосуточно, что делает обучение более удобным и доступным.

3. Анализ данных для оптимизации обучения.

ИИ обрабатывает большие массивы данных об успеваемости студентов, находя закономерности и тренды. Например, если многие студенты испытывают трудности с определенной темой, система может предложить преподавателю изменить подход к обучению.

4. Автоматизация повседневных операций.

ИИ выполняет такие действия, как оценка домашних заданий, составление графиков и даже разработка тестов. Это высвобождает время учителей для более творческой и персональной работы со студентами [2].

Хотя интеллектуальные образовательные платформы предлагают много преимуществ, есть и некоторые недостатки, которые следует упомянуть.

1. Суженное поле коммуникации.

Обучение на виртуальных платформах сталкивается с проблемой ограниченного социального взаимодействия, поскольку не всегда способно воспроизвести тот уровень личного контакта, который доступен в традиционных учебных классах. Отсутствие физического присутствия преподавателя может затруднять установление непосредственной связи, развитие коммуникативных навыков и эффективное сотрудничество между учащимися.

2. Технические аспекты.

Использование интеллектуальных образовательных платформ требует наличия необходимой техники, стабильного интернет-соединения и специализированного программного обеспечения, что может стать препятствием для некоторых студентов.

3. Отсутствие физического опыта.

Некоторые дисциплины, такие как естественные науки, искусство и спорт, предполагают наличие практического опыта, который сложно полностью имитировать в виртуальной среде. Ограниченный доступ к реальным лабораториям, мастерским и спортивным площадкам может негативно сказаться на процессе обучения.

4. Вероятность утраты заинтересованности.

Онлайн-образование предъявляет высокие требования к самодисциплине и мотивации учащихся. Отсутствие постоянного контроля со стороны преподавателя и регулярного общения с сокурсниками может приводить к снижению мотивации и проблемам с самоорганизацией, особенно при самостоятельном изучении материала [3].

Искусственный интеллект уже сегодня меняет образование, но его полный потенциал еще только предстоит раскрыть. Вот некоторые того, чего мы можем ожидать в будущем:

1. Обучение в стиле голограмм: данные технологии позволяют учащимся визуализировать сложные концепции, взаимодействовать с объектами и погружаться в виртуальные среды, что делает обучение более наглядным и увлекательным.

2. Индивидуальные Учебные Помощники: каждому ученику достанется личный ИИ-помощник, что-то вроде R2-D2, только для домашних заданий. Он будет помогать разбираться с трудными темами, напоминать о сроках сдачи работ и, возможно, даже утешать после неудачных тестов.

3. Игры на Основе ИИ: обучающие игры, которые настолько увлекательны, что ученики даже не поймут, что учатся. Играя, они будут изучать математику, историю и языки, что предаст большую мотивацию для познавания нового материала [4].

Но не следует забывать, что искусственный интеллект – это лишь средство, а не альтернатива преподавателям. Педагог по-прежнему важен как советчик, источник вдохновения и стимула. ИИ способен повысить результативность обучения, но подлинную ценность ему придает именно взаимодействие между людьми.

Искусственный интеллект предоставляет образованию новые возможности, обеспечивая большую адаптивность, доступность и индивидуализацию. Тем не менее, успешное применение ИИ требует тщательного рассмотрения этических, технических и социальных вопросов. В перспективе, объединение технологий и человеческого фактора способно создать образовательную среду, отвечающую потребностям каждого учащегося и способствующую раскрытию его способностей.

Источники

1. Искусственный Перспективы персонализированного обучения с ИИ (2025-2035 гг.) интеллект в образовании / [Электронный ресурс] // Хабр: [сайт]. – URL: https://habr.com/ru/articles/889836 (дата обращения: 23.03.2025).

2. Искусственный интеллект в образовании / [Электронный ресурс] // Хабр: [сайт]. – URL: https://habr.com/ru/articles (дата обращения: 23.03.2025).

3. Дорошев, Д. В. Искусственный интеллект в персонализированном обучении / Д. В. Дорошев // Мировая наука. – 2023. – № 11(80). – С. 36-39.

4. Будущее Образования: «Искусственный Интеллект в Центре Внимания». Интервью с директором ИНТехнО Владимиром Муратовым / [Электронный ресурс] // ИНТехнО: [сайт]. – URL: https://in-texno.ru/news-in/budushchee-obrazovaniya-iskusstvennyj-intellekt-v-tsentre-vnimaniya-intervyu-s-direktorom-intekhno-vladimirom-muratovym (дата обращения: 23.03.2025).

УДК 004

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МЕДИЦИНЕ: ДИАГНОСТИКА, ЛЕЧЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Габдрахманова Салтанат Ернаркызы, Иванова Вилия Равильевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
gabdrakhmanova.saltanat.07@mail.ru

Аннотация. Использование ИИ способствует оптимизации процессов, связанных с определением диагноза, выбором терапевтических стратегий и предсказанием вероятного исхода заболевания. В конечном итоге это ведет к повышению качества и доступности медицинских услуг для пациентов. Он обрабатывает большие объемы данных, включая медицинские изображения, генетические данные и историю болезни, что позволяет создавать индивидуальные планы лечения и ускорять разработку новых медикаментов. Несмотря на сложности, такие как высокая стоимость внедрения и сертификация, ИИ трансформирует медицинскую практику, повышая качество диагностики и терапии для пациентов.

Ключевые слова: генетические исследования, прогнозирование заболеваний, искусственный интеллект (ИИ), диагностика, лечение, персонализированная медицина, разработка лекарств, мониторинг состояния, клинический опыт, сердечно-сосудистые заболевания.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE: DIAGNOSIS, TREATMENT AND PROGNOSIS OF DISEASES

Gabdrakhmanova Saltanat Ernarkyzy, Ivanova Viliya Ravilevna
KGEU, Kazan, Russia
gabdrakhmanova.saltanat.07@mail.ru

Abstract. The use of AI helps optimize the processes associated with determining the diagnosis, choosing therapeutic strategies, and predicting the likely outcome of the disease. Ultimately, this leads to an improvement in the quality and accessibility of medical services for patients. It processes large amounts of data, including medical images, genetic data, and medical history, enabling the creation of customized treatment plans and accelerating the development of new medicines. Despite the complexities such as the high cost of implementation and certification, AI is transforming medical practice by improving the quality of diagnosis and therapy for patients.

Keywords: genetic research, disease prediction, artificial intelligence (AI), diagnosis, treatment, personalized medicine, drug development, condition monitoring, clinical experience, cardiovascular diseases.

Искусственный интеллект (ИИ) становится всё более важным инструментом в современной медицине, трансформируя подходы к диагностике, лечению и прогнозированию заболеваний. Благодаря способности обрабатывать огромные объёмы данных, выявлять сложные закономерности и обучаться на основе опыта, ИИ открывает новые возможности для повышения точности и эффективности медицинских услуг.

Правильный диагноз является ключевым моментом, который определяет методы и объемы последующего лечения. Установление диагноза представляет собой сложную задачу для врача, поскольку ему необходимо обработать большой объем данных. Какие факторы препятствуют точной постановке диагноза? Это динамика заболевания, интерпретация результатов обследований, организация диагностического процесса, нехватка человеческих ресурсов и прочие фактор [1].

Использование ИИ в медицине открывает перспективы для более эффективного решения проблем, с которыми сталкиваются врачи в своей повседневной практике. ИИ помогает компенсировать нехватку человеческих ресурсов, так как способен круглосуточно обрабатывать большие объемы информации и поддерживать врача в любое время.

Клиническое использование искусственного интеллекта включает в себя следующие виды инструментальных исследований.

Скрининговая маммография. Алгоритмы машинного обучения упрощают процесс выявления патологических образований в молочной железе, включая микрокальцинаты – небольшие отложения кальция в тканях. Алгоритм «Маммография» от СберМедИИ демонстрирует высокую точность в выявлении злокачественных новообразований, определяя их наличие в 93% случаев и исключая их присутствие в 70% случаев. Это позволяет врачам принимать более обоснованные решения о плане лечения.

Визуализации печени. Искусственный интеллект помогает в диагностике очаговых изменений, стеатоза (жировой болезни) и дифференцировке опухолей. Исследование, опубликованное в World Journal of Gastroenterology, свидетельствует о том, что в определении степени фиброза (образования рубцовой ткани) искусственный интеллект не уступает по точности инвазивным процедурам, например, биопсии печени.

В будущем это может позволить оценивать состояние печени без необходимости забирать образцы ткани.

Традиционная рентгенография. Алгоритмы улучшают качество рентгеновских снимков, изменяя резкость и контрастность. Благодаря этому, необходимость в повторных диагностических изображениях отпадает, что приводит к снижению радиационной нагрузки на пациента.

Рассмотрим, к примеру, опыт России и зарубежных стран в использовании искусственного интеллекта для анализа ЭКГ.

Сервис «ЭКГ» от СберМедИИ помогает ускорить обработку электрокардиограмм у пациентов в критическом состоянии. Врачи-специалисты могут проводить онлайн-консультации для правильного определения необходимых реанимационных действий.

А в исследовании, опубликованном в журнале International Scholarly Research Notices, описана нейронная сеть, которая может классифицировать как нормальные участки, так и ишемические (с недостаточным кровоснабжением) [2].

Индивидуализированное лечение основывается на уникальных характеристиках пациента, таких как генетические данные, образ жизни и условия окружающей среды. Это позволяет создавать более точные и эффективные терапевтические подходы, снижать риск побочных эффектов и увеличивать вероятность выздоровления. Искусственный интеллект (ИИ) играет ключевую роль в этом процессе благодаря своей способности обрабатывать большие объемы информации и выявлять скрытые закономерности.

Применение ИИ в индивидуализированном лечении включает:

1. Генетические исследования и прогнозирование заболеваний: ИИ анализирует ДНК пациента и его семейную историю, чтобы выявить предрасположенности к различным заболеваниям, что позволяет начать профилактические меры и раннее лечение. Данный способ является крайне ценным при выявлении редких болезней, когда общепринятые способы исследования могут не принести результатов.

2. Создание новых медикаментов: ИИ ускоряет процесс разработки новых препаратов, исследуя химические соединения и их взаимодействие с белками. Это помогает значительно сократить затраты и время на создание эффективных лекарств, особенно для редких и сложных заболеваний.

3. Персонализированные терапевтические стратегии: на основе анализа анамнеза, стиля жизни и генетического профиля пациента, искусственный интеллект создает эксклюзивные протоколы лечения. Он осуществляет мониторинг состояния пациента в режиме реального времени с помощью носимых устройств, что позволяет быстро вносить изменения в терапию. Такой персонализированный подход с применением ИИ повышает качество медицинского обслуживания, делая лечение более точным и эффективным [3].

ИИ так же активно применяется для прогнозирования различных заболеваний, таких как сердечно-сосудистые болезни, рак и диабет. Рассмотрим основные моменты.

Оценка риска сердечно-сосудистых патологий: используя искусственный интеллект, проводится анализ информации о пациентах (включая возраст,

гендерную принадлежность, концентрацию холестерина и кровяное давление) с целью определения возможности развития инфаркта миокарда или инсульта. Алгоритмы предлагают профилактические меры, включая изменения в образе жизни или медикаментозное лечение.

Прогнозирование онкологических заболеваний: искусственный интеллект помогает обнаруживать ранние признаки рака, анализируя медицинские изображения (МРТ, КТ) и генетическую информацию. Нейронные сети исследуют снимки и выявляют участки с опухолями, что повышает вероятность успешного лечения.

Прогнозирование диабета: искусственный интеллект оценивает вероятность развития диабета, основываясь на таких факторах, как питание, уровень физической активности и генетическая предрасположенность. Система предлагает индивидуальные рекомендации по изменению образа жизни, чтобы снизить риск заболевания [4].

Эти методы способствуют раннему выявлению и лечению серьезных заболеваний, что в свою очередь улучшает качество жизни пациентов. Однако на пути к развитию медицинского искусственного интеллекта существуют препятствия, которые затрудняют его прогресс.

Основные из них включают:

1. Работа с разнородными данными: различное оборудование может быть настроено на разные пороговые значения одних и тех же показателей или демонстрировать различную степень погрешности в результатах исследований;
2. Высокая стоимость разработки и внедрения искусственного интеллекта в практическое применение. Это значительно замедляет процесс интеграции или делает его практически невозможным;
3. Трудности с сертификацией инструментов искусственного интеллекта;
4. Отсутствие четко определенной ответственности медицинского персонала за последствия решений, принятых с помощью ИИ;
5. Сопротивление изменениям, связанным с внедрением ИИ в существующие системы и процессы со стороны медицинского персонала;
6. Нежелание принимать изменения и брать на себя ответственность за решения, принимаемые ИИ, часто связано с недостаточным пониманием врачами методов работы ИИ.

Искусственный интеллект имеет потенциал произвести революцию в медицинской практике, повысив точность, эффективность и улучшив результаты лечения пациентов. Однако для врачей крайне важно тщательно оценить все «за и против» перед интеграцией ИИ в свою повседневную деятельность. Осознавая потенциальные преимущества и проблемы, связанные с ИИ, врачи могут принимать обоснованные решения о том, как лучше всего использовать эту технологию для повышения качества своей работы. Врачи

всегда будут принимать участие в процессе принятия окончательного решения с использованием ИИ, поскольку ИИ не способен заменить человеческий анализ и клинический опыт. В целом, применение ИИ в медицинской диагностике может повысить качество и точность диагностики, ускорить и удешевить процесс лечения, а также повысить эффективность работы врача, который продолжит оставаться ключевой фигурой в процессе постановки диагноза [5].

Источники

1. Радиков Е.А., Шилкин Д.Г. Развитие искусственного интеллекта в сфере медицины // Молодой учёный. – 2024. – №5. – С. 147-149.
2. Цифровой «коллега»: как искусственный интеллект и нейросети помогают врачам в диагностике Источник: СберМедИИ, https://sbermed.ai/ // sbermed.ai URL: https://sbermed.ai/postanovka-diagnoza-neyrosetyu (дата обращения: 22.03.2025).
3. Персонализированное лечение с помощью ИИ // sky.pro wiki URL: https://sky.pro/wiki/profession/personalizirovannoe-lechenie-s-pomoshyu-ii/ (дата обращения: 22.03.2025).
4. Прогнозирование заболеваний с помощью ИИ // sky.pro wiki URL: https://sky.pro/wiki/profession/prognozirovanie-zabolevanij-s-pomoshyu-ii/ (дата обращения: 22.03.25).
5. Кузнецов А.И., Щепкина Е.В., Сушинская Т.В., Епифанова С.В., Фаур Д.М. Возможности и ограничения применения искусственного интеллекта в медицине // Новости клинической цитологии России. – 2023. – №2. – С. 18-24.

УДК 004.93

НЕЙРОСЕТЕВОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ НА ПРИМЕРЕ ИГРАЛЬНЫХ КАРТ

Габидуллин Рустам Равильевич, Катасёва Дина Владимировна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
rustam-slk@mail.ru, 415pisarevadv@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача разработки нейросетевой сверточной модели для распознавания изображений игральных карт. Разработка модели потребовала реализации этапов сбора и предобработки данных, извлечения признаков для классификации, обучения, тестирования и оценки адекватности модели. Для разработки модели использовано 568 изображений различных видов карт, взятых из набора данных на платформе Kaggle. Нейронная сеть EfficientNet реализована на языке программирования Python с помощью инструмента Jupyter Notebook. Данные были поделены на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80% и 20% соответственно. Модель обучалась в течение 5 эпох. Точность классификации на тестовой выборке составила 96%.

Ключевые слова: нейронная сеть, нейросетевое моделирование, сверточная нейронная сеть, EfficientNet, игральные карты, распознавание.

NEURAL NETWORK RECOGNITION OF GRAPHIC IMAGES USING PLAYING CARDS

Gabidullin Rustam Ravilevich, Kataseva Dina Vladimirovna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
rustam-slk@mail.ru, 415pisarevadv@mail.ru

Abstract. The problem of developing a neural network convolutional model for recognizing images of playing cards is considered. The development of the model required the implementation of the stages of data collection and preprocessing, feature extraction for classification, training, testing and evaluation of the adequacy of the model. To develop the model, 568 images of various types of cards taken from a dataset on the Kaggle platform were used. The EfficientNet neural network is implemented in the Python programming language using the Jupyter Notebook tool. The data were divided into training and test samples in a ratio of 80% and 20%, respectively. The model was trained for 5 epochs. The classification accuracy on the test sample was 96%.

Keywords: neural network, neural network modeling, convolutional neural network, EfficientNet, playing cards, recognition.

В настоящее время распознавание объектов на изображениях [1-3] является одной из актуальных задач в области компьютерного зрения [4-6]. В частности, интересной задачей является распознавание игральных карт [7], что

может найти применение не только в азартных играх, но и в разработке обучающих программ и аналитических инструментах, которые могут помочь игрокам в анализе своих действий и улучшении игровых стратегий.

Для решения задач распознавания можно использовать различные методы искусственного интеллекта [8-11]. В частности, для этого подходят методы нечеткой логики [12-14], нейронные сети [15-17], нечеткие нейронные сети [18, 19] и сверточные нейронные сети [20, 21]. Сверточные модели демонстрируют высокую точность в задачах классификации изображений, что определяет их эффективность для обработки визуальных данных, таких как игральные карты.

Применение технологий глубокого обучения позволяет системам самостоятельно извлекать значимые признаки из изображений. Это значительно упрощает процесс их обучения и повышает точность распознавания. Тем не менее, несмотря на достижения в области распознавания изображений, существует ряд проблем, связанных с изменениями условий освещения, углами обзора и разнообразием форматов игральных карт. Эти факторы существенно влияют на надежность систем распознавания в реальных условиях.

Разработка сверточной модели для распознавания игральных карт потребовала реализации следующих этапов:

- сбор данных (получение изображений из открытых источников);
- предобработка данных (очистка изображений от шумов, дубликатов, коррекция яркости и контрастности, аугментация данных);
- извлечение значимых признаков для классификации;
- обучение сверточной нейронной сети;
- тестирование и оценка адекватности разработанной сверточной модели.

Для разработки нейросетевой модели использовано 568 изображений различных видов карт, взятых из набора данных на платформе Kaggle [22].

Примеры изображений представлены на рисунке 1. Каждый тип карты имеет свои особенности оформления, поэтому важно иметь репрезентативный набор данных для обучения нейронной сети.

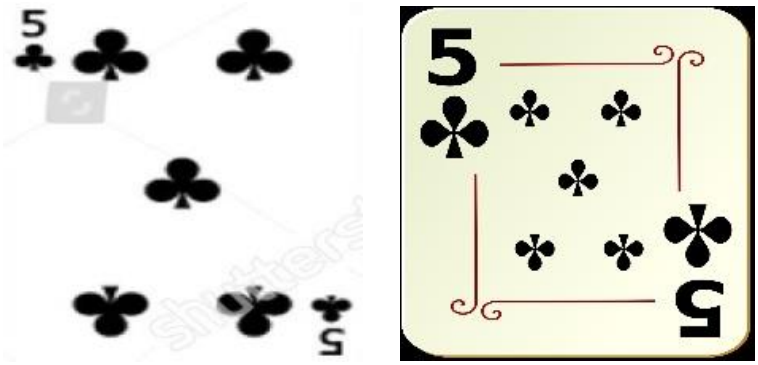


Рис. 1. Примеры изображений игральных карт

Также для повышения эффективности, устойчивости и точности модели была проведена аугментация данных [23, 24].

Нейронная сеть EfficientNet реализована на языке программирования Python с помощью инструмента Jupyter Notebook. В процессе построения нейросетевой модели использованы различные модули библиотек Torch, Torchvision и Timm, которые позволили обучить и настроить нейронную сеть, обработать изображения (изменить размер, произвести обрезку, нормализацию, аугментацию). Данные модули включают в себя большое количество предобученных моделей, различные архитектуры нейронных сетей.

Входная размерность сверточной нейросетевой модели EfficientNet составила 1280, что соответствовало количеству признаков, извлекаемых из изображения. При создании экземпляра модели передавался параметр num_classes, равный 53, что соответствовало количеству распознаваемых классов. Данные были случайным образом поделены на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80% и 20% соответственно.

Модель обучалась в течение 5 эпох. После завершения каждой эпохи обучения общее значение потерь для эпохи (train_loss) вычислялось как среднее значение потерь, деленное на количество примеров в обучающем наборе данных. Это значение добавлялось в список train_losses, что позволяло отслеживать изменения потерь в процессе обучения. По результатам распознавания для каждого изображения выводился график значений вероятностей принадлежности распознаваемых изображений к каждому классу.

На рисунке 2 представлен результат распознавания отдельной карты.

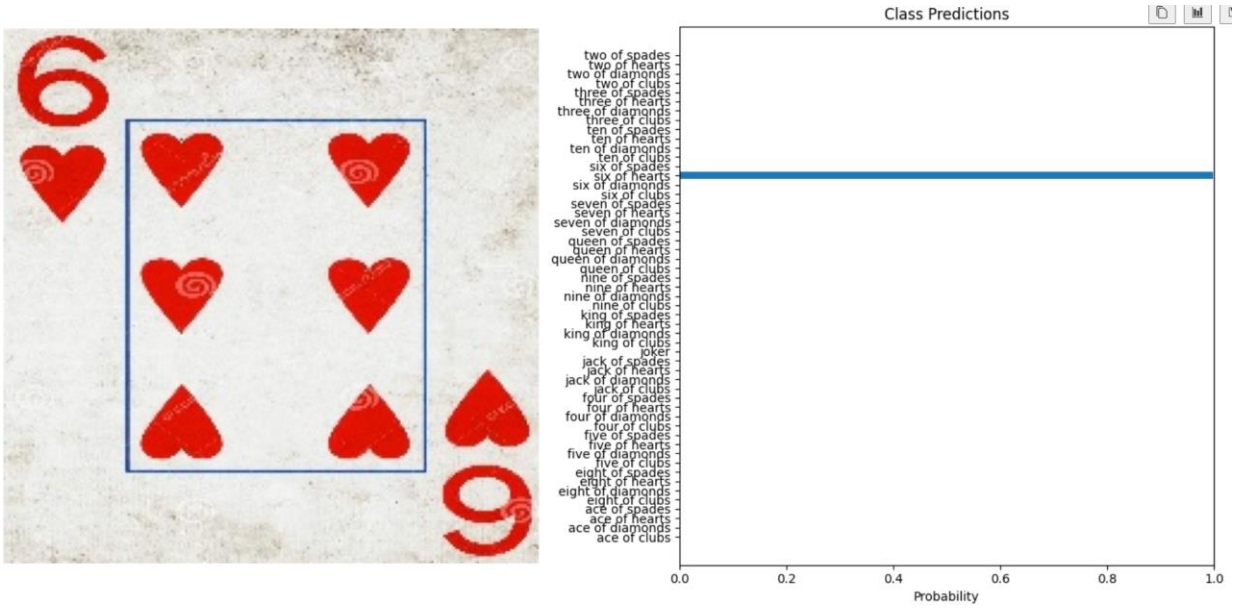


Рис. 2. Результат классификации случайно выбранной карты

Итоговая точность классификации на тестовой выборке данных составила 96%. Если изображение карты было достаточно четким и имело стандартный вид, то точность классификации составляла 100%.

Таким образом, в ходе проведенного исследования создана эффективная нейросетевая модель, способная классифицировать игральные карты с высокой степенью точности. Данная модель может найти применение в различных областях, таких как азартные игры, обучение и анализ игровых стратегий.

Источники

1. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.
2. Дыдалин Г.Д., Хамидуллин А.И., Зарипова Р.С. Интеллектуальная система распознавания иероглифов как инструмент для изучения языков // Казанская наука. 2025. № 3. С. 283-285.
3. Нургалиев Б.Х., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания изображений типа Captcha // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 104-107.
4. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.
5. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.
6. Aminov S.B. Computer vision for inventory management // Интернаука. 2022. № 19-8 (242). С. 19-24.
7. Бадрисламов Д.И. Разработка сверточной нейронной сети для распознавания изображений карточной масти // Современные научные исследования и инновации. 2024. № 6 (158).
8. Дыдалин Г.Д., Хамидуллин А.И., Зарипова Р.С. Интеллектуальная система распознавания иероглифов как инструмент для изучения языков // Казанская наука. 2025. № 3. С. 283-285.
9. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Искусственный интеллект в камерах смартфонов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 1 (15). С. 82-84.
10. Подольская М.А., Катасёв А.С. Применение систем искусственного интеллекта для диагностического процесса в вертеброневрологии // Казанский медицинский журнал. 2007. Т. 88. № 4. С. 346-351.
11. Катасёв А.С., Подольская М.А. Новая информационная технология: искусственный интеллект в обработке медицинских данных // Неврологический вестник. 2006. Т. 38. № 3-4. С. 85-90.
12. Shomirzaev B. Application of fuzzy logic in the gas transportation control system // Universum: технические науки. 2021. № 5-6 (86). С. 12-14.

13. Катасёв А.С. Нейронечеткая модель и программный комплекс автоматизации формирования нечетких правил для оценки состояния объектов // Автоматизация процессов управления. 2019. № 1 (55). С. 21-29.

14. Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Система поддержки принятия решений по распределению заданий по ведению реестра операторов персональных данных на основе нечетко-продукционной модели // Кибернетика и программирование. 2016. № 6. С. 96-114.

15. Майорова Е.С., Зарипова Р.С. Решение задачи переноса стиля на изображения с использованием нейронных сетей // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 228-230.

16. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Подольская М.А. Модель коллектива нейронных сетей и программный комплекс для определения функционального состояния человека // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2018. № 1 (41). С. 69-85.

17. Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Фильтрация нежелательных почтовых сообщений на основе нейросетевой и нейронечеткой моделей // Информация и безопасность. 2016. Т. 19. № 4. С. 551-554.

18. Катасёва Д.В., Баринов А.И. Нейронечеткая модель определения фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 69-72.

19. Катасёва Д.В., Лосева Д.Д. Нейронечеткая модель оценки вредоносности сетевого трафика в Android-приложениях // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 77-80.

20. Минниханов Р.Н., Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Скибин В. Нейросетевые сверточные модели обнаружения и распознавания сигналов светофора // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 11. С. 199-205.

21. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Кунафина Л.Н. Сверточная нейросетевая модель сортировки бытовых отходов // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 101-105.

22. Карпова А.Е. Kaggle - платформа для анализа данных // Вестник магистратуры. 2018. № 12-4 (87). С. 48-49.

23. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Аугментация данных и построение нейросетевых моделей распознавания рукописных символов в системах биометрической аутентификации // Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 3. С. 366-371.

24. Неваленная Ю.В. Аугментация данных для задачи сегментации колеи // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 8. С. 39-41.

УДК 004.4:7

ИИ В ТВОРЧЕСТВЕ: СОЗДАНИЕ МУЗЫКИ, ИСКУССТВА И КИНЕМАТОГРАФА

Газизова Дилара Гаязовна, Пырнова Ольга Александровна
КГЭУ, г. Казань, Россия
alfovest35@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. В данной статье проводится комплексный анализ влияния ИИ на различные сферы творчества – от визуальных искусств до музыкальной индустрии. Особое внимание уделяется диалектике технологического прогресса: с одной стороны, рассматриваются новые возможности, которые нейросети открывают для художников, с другой – анализируются этические и эстетические проблемы, возникающие при использовании алгоритмов в творческом процессе. Также, рассматривается несколько сценариев развития ситуации – от гармоничной интеграции ИИ как инструмента до радикального пересмотра самих понятий искусства и творчества в цифровую эпоху.

Ключевые слова: творчество, искусственный интеллект, фильмы, нейросети, влияние, музыка.

AI IN CREATIVITY: CREATION OF MUSIC, ART AND CINEMA

Gazizova Dilara Gayazovna, Pyrnova Olga Aleksandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
alfovest35@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the impact of AI on various creative fields, from visual arts to the music industry. Particular attention is paid to the dialectic of technological progress: on the one hand, it examines the new opportunities that neural networks open up for artists, and on the other, it analyzes the ethical and aesthetic issues that arise when using algorithms in the creative process. It also examines several scenarios for the development of the situation, from the harmonious integration of AI as a tool to a radical revision of the very concepts of art and creativity in the digital age.

Keywords: creativity, artificial intelligence, films, neural networks, influence, music.

В стремительно меняющемся цифровом мире технологии проникают во всё новые области человеческой деятельности: роботы сортируют товары на складах [1], обрабатывают запросы в call-центрах, анализируют гигантские массивы данных и выполняют множество других задач. Однако после того, как искусственный интеллект появился в сфере творчества, человечество задалось

вопросом: может ли машина создать что-то совершенно новое и креативное из имеющихся у него материалов и можно ли назвать это творчеством?

Для изучения этого вопроса подробнее сначала определим, что такое искусственный интеллект. По определению А.Н. Баланова, искусственный интеллект (ИИ) – область информатики и компьютерных наук, посвященная созданию систем и алгоритмов, способных выполнять задачи, обычно требующие человеческого вмешательства [2]. Иными словами, его цель – облегчить и автоматизировать работу человека там, где это возможно. Однако всё ещё неизвестно, способен ли ИИ самостоятельно создать предмет искусства, обладающий культурной ценностью. Чтобы найти ответ, необходимо понять, как работают современные ИИ-системы.

Как известно, системы ИИ используют принцип машинного обучения – подход, при котором система использует предоставленные шаблоны и примеры решения определенной задачи и «учиться» решать схожие [3]. Таким образом, ИИ опирается на уже существующую информацию и не способен выйти за её пределы. Например, если дать ИИ информацию «яйцо вкрутую можно сварить за 10 минут» и отметить ее как истинную, то в дальнейшем, когда кто-то другой спросит о времени приготовления яйца (неважно каким образом), то ИИ использует информацию, предоставленную ему ранее – 10 минут. Учитывая принцип обучения алгоритма, можно предположить, что без изначально предоставленных данных получение нового вывода или какого-либо результата не представляется возможным [4].

Однако, уже сейчас существуют примеры использования искусственного интеллекта в нынешней культуре. Самым ярким и широко обсуждаемым произведением является фильм «Беловежская пуща» от белорусской студии Arteki Studio («Артеки»). Как уверяют создатели, с помощью применения искусственного интеллекта они смогли уменьшить время производства полнометражного мультфильма до 2 месяцев [5], что является рекордным для полнометражной анимации. Однако, о культурной ценности данного произведения возникло множество споров: оценка в среднем на всех ресурсах примерно равна 2,4 баллов из 5, а многие критики отмечают «дерганность» и неестественность анимации, но при этом мультфильм в целом положительно встретила его целевая аудитория – дети. Так, создатели «Беловежской пущи» смогли записать свой фильм в историю как «первый ИИ-мультфильм, вышедший в кинотеатрах», но получили незавидную славу среди деятелей в мире анимации.

Не осталась в стороне и музыкальная индустрия. В 2023 году группа The Beatles выпустила ранее неизданную песню «Now and Then», в которой с помощью нейросетей был восстановлен голос Джона Леннона [6]. Благодаря

ИИ поклонники услышали последнюю композицию легендарного музыканта в его «собственном» исполнении.

В сети Интернет можно найти множество различных применений технологии нейросетей для создания новой музыки на основе голосов старых артистов, как, например, треки рэпера Эминема [7] или многочисленные «ИИ-каверы» на популярные песни с голосом Виктора Цоя [8]. Эти эксперименты демонстрируют, что ИИ способен стать инструментом для творчества, расширяя возможности художников.

Однако далеко не все готовы принять искусственный интеллект как равноправного участника творческого процесса. Массовые протесты Гильдий Сценаристов и Актёров летом 2023 года в США, а также их безусловная поддержка по всему миру, показали, что замена труда человека более дешёвой и более быстрой нейросетью приводит к недовольствам. Соответственно, в ближайшее время глубокое использование ИИ в творчестве всё ещё будет встречаться недовольствами и возражениями публики, отчего создание произведения искусства, созданные полностью без человека, маловероятно. Люди продолжат использовать нейросети как вспомогательный инструмент, но подлинное творчество, требующее эмоций, смысла и культурного контекста, останется прерогативой человека [9]. Таким образом, несмотря на огромный технологический потенциал ИИ, вопрос о его «легитимности» в искусстве остаётся открытым.

Источники

1. На складах Amazon начинают работать гуманоидные роботы [Электронный ресурс] // Habr. – URL: https://habr.com/ru/companies/first/articles/769214/ (дата обращения: 31.03.2025).

2. Баланов А.Н. Искусственный интеллект. Понимание, применение и перспективы: учебник для вузов. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2025. – 312 с.

3. Денисенкова, В. И. квантовый скачок искусственного интеллекта / В. И. Денисенкова, В. И. Соловьев // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения : Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 10–11 апреля 2024 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 792-795.

4. Пырнова, О. А. Роль искусственного интеллекта в создании цифрового искусства / О. А. Пырнова, И. И. Мухаметзянов // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения : Материалы национальной (с международным участием) научно-практической

конференции, Казань, 10–11 апреля 2024 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 1035-1038.

5. В белорусских кинотеатрах впервые показали ИИ-мультфильм «Беловежская пуща» [Электронный ресурс] // Hi-Tech Mail.ru. – URL: https://hi-tech.mail.ru/news/122007-v-belorusskih-kinoteatrah-vpervye-pokazali-ii-multfilm-belovezhskaya-pusha/ (дата обращения: 31.03.2025).

6. «Страшно от этих возможностей»: Леннон «оживет» в последней песне The Beatles с помощью ИИ [Электронный ресурс] // Газета.Ru. – URL: https://www.gazeta.ru/culture/2023/06/14/17133248.shtml?updated (дата обращения: 31.03.2025).

7. Нейросеть от лица Эминема записала дисс на Марка Цукерберга [Электронный ресурс] // РБК Стиль. – URL: https://style.rbc.ru/repost/5fb7b1989a7947b5166b7159 (дата обращения: 31.03.2025).

8. Попробуй спеть вместе со мной: как нейросеть воссоздала голос Виктора Цоя [Электронный ресурс] // РБК Тренды. – URL: https://trends.rbc.ru/trends/industry/60b9f5729a7947830db7d491 (дата обращения: 31.03.2025).

9. Идиатуллин, А. В. Эволюция творчества в условиях цифровой культуры / А. В. Идиатуллин, Л. Т. Идиатуллина // Международный форум KAZAN DIGITAL WEEK – 2021: Сборник материалов, Казань, 21–24 сентября 2021 года. Том Часть 1. – Казань: ГБУ «НЦБЖД», 2021. – С. 495-499.

УДК 004.8

МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Галиев Булат Минахматович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
bulatgaliev195@gmail.com

Аннотация. Объём цифровых данных стремительно растёт, что делает задачу извлечения и анализа текстовой информации всё более актуальной. Искусственный интеллект, в частности глубокое обучение и нейронные сети, играет ключевую роль в повышении эффективности и точности систем распознавания текста. Современные технологии OCR способны обрабатывать рукописный, печатный, а также искажённый или низкокачественный текст с высокой степенью надёжности. Интеграция решений на базе ИИ в бизнес, образование и государственный сектор способствует автоматизации рутинных задач, экономии времени и улучшению качества принимаемых решений. По прогнозам аналитиков, глобальный рынок технологий распознавания текста будет расти со средней скоростью 16,7% до 2027 года, что обусловлено растущим спросом на интеллектуальную обработку документов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, текстовая информация, технологии распознавания.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TEXT RECOGNITION METHODS

Galiev Bulat Minahmatovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
bulatgaliev195@gmail.coml

Abstract. The volume of digital data is growing exponentially, making the extraction and analysis of textual information increasingly important. Artificial intelligence, particularly deep learning and neural networks, plays a key role in enhancing the efficiency and accuracy of text recognition systems. Modern OCR technologies are now capable of processing handwritten, printed, as well as distorted or low-quality text with high reliability. The integration of AI-based solutions into business, education, and government sectors leads to the automation of routine tasks, time savings, and improved decision-making quality. According to market forecasts, the global text recognition industry is expected to grow at an average rate of 16.7% by 2027, driven by the rising demand for intelligent document processing.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, textual information, recognition technologies.

Объем цифровых данных стремительно растет, и работа с текстовой информацией становится все важнее. По данным IBM, каждый день создается огромное количество данных, и большая их часть – текст. Искусственный интеллект помогает автоматизировать обработку этих данных, что улучшает работу компаний и делает их более конкурентоспособными. Уже в 2020 году рынок технологий распознавания текста оценивался в 1.1 миллиарда долларов, и ожидалось, что он будет расти на 16,7 % ежегодно до 2027 года.

Технологии распознавания текста с использованием искусственного интеллекта исследуются более десяти лет. Раньше использовались простые методы анализа, которые не очень хорошо справлялись со сложными текстами. Теперь применяются более сложные системы машинного и глубокого обучения, которые значительно повышают точность анализа. Например, исследование Google показало, что модели типа BERT на 20-30% точнее старых подходов.

Одной из проблем является адаптация систем к многоязычным текстам и сложным грамматическим конструкциям. Современные модели вроде GPT-3 показали, что могут эффективно справляться с этой задачей, благодаря их улучшенной архитектуре.

При исследовании важно использовать правильные термины:

– Искусственный интеллект (AI): системы, имитирующие человеческий интеллект;

– Обработка естественного языка (NLP): технологии и методы для работы с текстом на обычном языке;

– Машинное обучение (Machine Learning): алгоритмы, которые учатся и приспосабливаются, анализируя данные;

– Глубокое обучение (Deep Learning): использование сложных нейронных сетей для анализа данных;

– Трансформеры (Transformer): архитектуры для работы с текстами, учитывающие зависимости в данных;

– Модели GPT/BERT: языковые модели для предсказания слов и контекста в тексте;

Мы хотим оценить, как разные методы искусственного интеллекта справляются с распознаванием текста:

Современные достижения в искусственном интеллекте (AI) и обработке естественного языка (NLP) действительно претерпели колоссальные изменения благодаря улучшенным характеристикам, которые значительно усилили данные процессы. Для более точного понимания и уверенности в этих утверждениях важно рассмотреть статистику и факты, подтверждающие эффективность различных методов.

Машинное обучение (Machine Learning) изначально представляло собой достаточно базовый набор алгоритмов, таких как наивный байесовский классификатор и поддерживающие векторные машины. Они могли достигать точностей 75-85% в распознавании текстов, например, при анализе отзывов, в зависимости от сложности задачи и качества данных.

С переходом к глубокому обучению (Deep Learning) мы увидели значительные улучшения: модели, основанные на LSTM и GRU, продемонстрировали точность свыше 90% в задачах анализа сентимента. Исследования показали, что LSTM могут справляться с задачами обнаружения эмоциональной окраски текста на уровне 91-94% при наличии качественных аннотированных данных.

Однако наибольший прорыв связан с архитектурами трансформеров (Transformer), введенными в 2017 году. Модель BERT, например, продемонстрировала истинные достижения в NLP, достигая точности 94,9 % на наборе данных GLUE, одном из самых авторитетных в области понимания текста. Модель GPT-3, с 175 миллиардами параметров, обеспечила высокий уровень генерации текста и точность в диапазоне 92-96 % в ряде задач, таких как завершение предложений и генерация контента.

Кроме того, модель T5 (Text-to-Text Transfer Transformer) продемонстрировала гибкость и эффективность, достигая 89,4 % на наборе данных SuperGLUE, еще одном важном benchmark тесте в области NLP.

В результате, архитектуры трансформеров не просто улучшили точность обработки текста, но и открыли новые возможности для создания систем, которые могут явно «понимать» и анализировать человеческий язык с внушительной уровнем точности, не доступным ранее. Эти улучшения ограничены не только теорией, но и практическими результатами, что подтверждается многочисленными исследованиями и показателями производительности на различных тестовых наборах.

Для обучения используют данные из Wikipedia или новостные статьи на платформах Kaggle и OpenAI. Мы сравниваем методы по тому, как быстро и точно они работают.

Изучая эти методы, я пришел к выводу, что трансформеры – самые перспективные. Они лучше учитывают контекст и могут работать со сложными текстами, чем старые подходы. Важно правильно собирать и готовить данные для обучения, а также улучшать архитектуру и настройку моделей.

На основе проведенного анализа можно сделать несколько ключевых выводов.

Во-первых, использование искусственного интеллекта для распознавания текста сегодня имеет огромное значение, что обусловлено стремительным ростом объемов текстовых данных. Эти технологии необходимы для эффективной обработки информации в бизнесе, науке и повседневной жизни. Внедрение ИИ позволяет автоматизировать многие процессы, экономить время, ресурсы и повышать качество работы с большими массивами текстов.

Во-вторых, анализ существующей литературы показывает, что методы машинного и глубокого обучения постепенно вытесняют традиционные подходы, такие как TF-IDF и Bag of Words. Более современные архитектуры, такие как трансформеры (GPT и BERT), демонстрируют значительно более

высокие результаты. Это связано с их способностью учитывать сложные языковые структуры, многоязычные тексты и контекстуальные зависимости. Таким образом, эволюция технологий NLP идет в сторону более сложных и продвинутых моделей.

В-третьих, важным моментом является выбор подходящей модели для конкретной задачи. Для простых задач могут быть эффективны классические алгоритмы машинного обучения, такие как Decision Trees или K-Nearest Neighbors. Однако для анализа сложных текстов или для задач, требующих обработки большого объема данных, лучше подходят глубокие нейронные сети и трансформеры. Модели типа BERT и GPT показали себя как универсальные решения, которые обеспечивают максимальную точность в более сложных задачах распознавания текста.

В-четвертых, одной из главных проблем является объем необходимых вычислительных ресурсов и корректное формирование обучающих данных. Качество данных напрямую влияет на результат работы моделей, поэтому этап подготовки данных (разметка, предобработка) играет критически важную роль.

Таким образом, будущее технологий обработки текста тесно связано с развитием трансформеров и архитектур глубокого обучения, что открывает новые перспективы для автоматизации и повышения качества анализа текстовой информации. Важно понимать, что прогресс зависит как от улучшения моделей, так и от доступности данных и технологий, способных справляться с масштабами современных текстовых источников. Однако для максимального эффекта необходимо не только использовать существующие методы, но и искать пути их совершенствования.

ИИ предоставляет огромные возможности для работы с текстами, но требует осознанного и грамотного подхода к его применению.

Источники

1. Speech Recognition and Speech Synthesis [Электронный ресурс] [https://xsrv.mm.cs.sunysb.edu/hci/speech/speech.html] / Speech Recognition and Speech Synthesis. – 2018. – Режим доступа: https://xsrv.mm.cs.sunysb.edu,

2. Speech Recognition and Synthesis [https://ccrma.stanford.edu/CCRMA/Courses/152/speech_recognition.html] / Speech Recognition and Synthesis. –2018. – Режим доступа: https://ccrma.stanford.edu, свободный. – CCRMA.

3. Историческое достижение – исследователи Microsoft достигли уровня человеческих возможностей при автоматическом распознавании речи [https://news.microsoft.com/ru-ru/microsoft-dostigli-urovnya-chelovecheskih-vozmozhnostej-pri-avtomaticheskom-raspoznavanii-rechi/]. 2016. Режим доступа: https://www.microsoft.com/ru-ru/, свободный.

УДК 004.8

АВТОМАТИЧЕСКИЙ СБОР И КЛАССИФИКАЦИЯ ОБРАЩЕНИЙ ГРАЖДАН

Галкина Ксения Дмитриевна
РАНХиГС, Нижегородский филиал, г. Нижний Новгород, Россия
ksun2001@rambler.ru

Аннотация. В статье предлагается рассмотреть использование парсинга данных и моделей классификации для обработки обращений граждан, поступающих в муниципальные учреждения через официальные сообщества в социальных сетях. В частности, рассматривается создание веб-сервиса для осуществления категоризации обращений, оставленных в комментариях в социальной сети «ВКонтакте».

Ключевые слова: машинное обучение, парсинг, обращения граждан, социальные сети.

AUTOMATIC COLLECTION AND CLASSIFICATION OF CITIZENS' APPEALS

Galkina Kseniia Dmitrievna
RANEPA, Nizhny Novgorod Branch, Nizhny Novgorod, Russia
ksun2001@rambler.ru

Abstract. The article proposes to consider the use of data parsing and classification models for processing citizens' appeals to municipal institutions through official communities on social networks. In particular, the creation of a web service for categorizing requests left in comments on the VKontakte social network is being considered.

Keywords: machine learning, model, parsing, citizens' appeals, social networks.

Активная цифровизация затрагивает различные сферы деятельности человека, в том числе государственное и муниципальное управление. В её рамках происходит переход к электронным документам и к автоматизированным методам их обработки. К примеру, традиционно обращения граждан принимались в письменной или печатной форме. В настоящее время любой гражданин может оставить свою жалобу или предложение в электронном формате в системах электронного документооборота соответствующих органов [1]. В них предусмотрены отдельные приложения и сервисы, которые обеспечивают их дальнейшее перенаправление или обработку. При использовании данной возможности необходимыми для указания являются такие данные как фамилия, имя,

отчество при наличии, адрес электронной почты для направления ответа и переадресации обращения в ответственные отделы [2]. Данный способ является предпочтительным для граждан за счёт своей простоты, скорости, отсутствия потребности в личном посещении учреждения. Более того, к тексту обращения можно направить дополнительные фото-, аудио- или видеоматериалы.

На данный момент одним из крупнейших веб-сервисов, реализующих сбор обращений граждан, является платформа обратной связи, которая представляет собой часть портала «Госуслуги». В Нижнем Новгороде действует платформа «Лобачевский», соответствующая концепции «умного города» [3], которая анализирует поступающие обращения с портала и делит их на категории для ведения статистики.

Органы местного самоуправления получают информацию о жалобах и предложениях посредством перенаправления с платформы обратной связи или с помощью собственных систем. Отдельные учреждения выстраивают частные классификаторы для их учёта, основанные на типовом общероссийском тематическом классификаторе обращений, в зависимости от специфики своей деятельности. Они внедряют автоматический классификатор в свой сервис или назначают отдельного сотрудника, который осуществляет данную сортировку.

Одним из источников получения электронных обращений являются социальные сети. В них у отдельных учреждений созданы официальные сообщества, например, в «ВКонтакте». Пользователи данного сайта могут написать в личные сообщения группы или оставить комментарий под одним из постов. Проблемой является обработка последних, поскольку трудно отслеживать их появление и переносить в собственную базу для учёта и исполнения. В связи с этим осуществляется разработка специальных систем для автоматизации данного процесса, к примеру, для образовательных учреждений [4]. Для этого используются различные языки программирования, включая Python, которые имеют библиотеки, предоставляющие доступ к API сайтов.

Рассмотрим, как возможно оптимизировать сбор обращений граждан с данной платформы для конкретного органа местного самоуправления – Администрации Ленинского района Нижнего Новгорода.

Для решения данной задачи был разработан веб-сервис с помощью фреймворка Django. В нём осуществляется авторизация сотрудников для доступа к базе данных PostgreSQL. В ней хранится информация об обращениях – имя заявителя, дата сообщения, его содержание, статус, категория, ответственный, срок исполнения. Возможно их редактирование и удаление.

Процедура сбора комментариев представляет собой парсинг страницы официальной группы учреждения. Библиотеками requests и vk_api совершается запрос, получающий комментарии из постов до даты, введённой пользователем. Проверяется наличие обращения в базе данных для избежания дублирования.

Следующей задачей стояло создание классификатора для собранных обращений, представляющего собой систему искусственного интеллекта на основе обработки естественного языка. Процедура его разработки состоит из нескольких этапов: получение текста, предобработка текста, формирование признаков, передача в модель машинного обучения [5] и получение результата. Первый шаг реализован в виде описанного ранее парсера, а также возможности добавлять обращения в веб-сервис вручную. Далее происходит приведение сообщения к нижнему регистру, удаление стоп-слов. Для перевода в числовой вид применяется алгоритм TF-IDF, определяющий важность слова относительно коллекции документов.

Существуют два основных подхода к обучению моделей машинного обучения: без учителя и с учителем [6]. К первому варианту относятся такие методы как кластеризация, метод главных компонент (PCA), а ко второму – классификация, регрессия. В данном случае в учреждении существует принятый классификатор, в соответствии с категориями которого было произведено обучение моделей. В частности, сравнивалось качество алгоритма случайного леса, логистической регрессии и word2vec эмбеддингов.

В качестве обучающего набора данных были размечены темы 400 обращений, полученных из социальной сети «ВКонтакте». В связи с неравным количеством примеров для разных категорий был применён оверсемплинг, дополнивший обучающий датасет текстами-дубликатами. Полученные данные были подготовлены, разделены на тренировочную и обучающую выборки.

Наилучшее качество на тесте после подбора гиперпараметров показал алгоритм логистической регрессии. Он оценивался посредством следующих метрик: precision (87%), recall (94%), f1-score (89%).

Данная модель была встроена в веб-сервис таким образом, чтобы при записи в базу данных осуществлялось автоматическое определение категории обращения. Пример пользовательского интерфейса приведён на рис. 1.

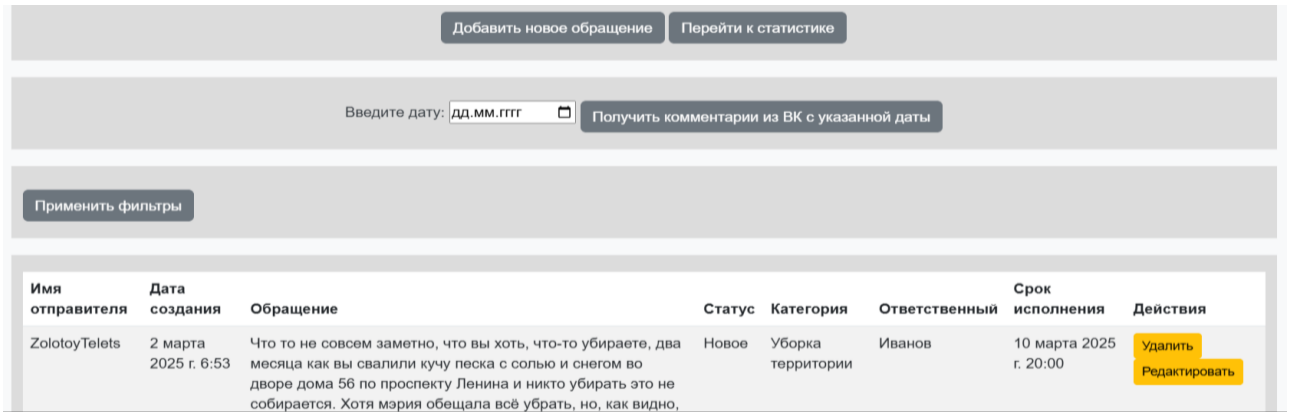


Рис. 1. Интерфейс пользователя

Преимуществами данного веб-сервиса являются увеличение продуктивности сотрудников Администрации, уменьшение вероятности потери

сообщений в социальной сети «ВКонтакте» за счёт парсинга, сокращение времени на их обработку, создание единой базы электронных обращений граждан, автоматическая классификация текстов. Сервис предоставляет возможность ручного добавления сообщений, а также получения статистики по определённым категориям. Тем не менее, у данного подхода существует ряд недостатков. Так, данная система является частной для отдельного учреждения и требует доработок для потенциального использования в других заведениях. Кроме того, существует возможность неправильного определения категории обращения. Данная проблема решается возможностью её редактирования.

Таким образом, автоматический сбор и классификация обращений граждан из социальных сетей является перспективным направлением для обработки сообщений, которые имеют неофициальный характер, однако требуют рассмотрения. Созданный веб-сервис позволяет не только обрабатывать данные случаи, но и оптимизировать существующую систему учреждения для создания единого интерфейса и базы данных для сотрудников.

Источники

1. Петренко К. А. Влияние цифровизации на деятельность органов местного самоуправления по работе с обращениями граждан // Modern Science. 2020. № 4-1. С. 321–326.
2. Кукарина Ю.М. Электронные обращения граждан в органы государственной власти и местного самоуправления: проблемы взаимодействия // Управление документами в цифровой экономике: проблемы взаимодействия. Москва: Российский государственный гуманитарный университет, 2019. С. 40–47.
3. Краснов А. Н., Трифонов П. В., Шмелева Л. А. Искусственный интеллект в сфере городского планирования и муниципального управления // Инновации и инвестиции. 2023. №6. С. 302–304.
4. Карамышева Н.С., Лехов К.А., Митрохин М.А., Сперанский, Д.Д. Система извлечения и анализа текстовых данных из социальных сетей для образовательного учреждения // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. №1. С. 128–136.
5. Виноградов В.И., Кириллов А.А. Построение и применение классификатора текстовых обращений в техническую поддержку // Моделирование и анализ данных. 2019. Т. 9. № 3. С. 37–42.
6. Зулунов Р.М., Солиев Б.Н. Использование Python для искусственного интеллекта и машинного обучения // Al-Farg’oniy avlodlari. 2023. №3. С. 18–24.

УДК 004

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ С РЕФЛЕКСИВНЫМ МЫШЛЕНИЕМ

Гапонов Владислав Родионович
ФГАОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», г. Москва, Россия
gaponovvr@student.bmstu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы применения систем с рефлексивным мышлением в современных условиях развития искусственного интеллекта. Цель исследования – оценка преимуществ, проблем и потенциала интеграции механизмов рефлексии в когнитивные системы. В ходе работы выявлено, что использование механизмов рефлексии повышает адаптивность интеллектуальных систем, эффективность их самообучения и качество принимаемых решений. Одновременно отмечены трудности интеграции рефлексии, связанные со сложностью формализации и контроля подобных систем, а также ростом вычислительных затрат. Показано, что системы с рефлексивным мышлением обладают значительным потенциалом применения в промышленности, медицине и образовании, повышая эффективность и надёжность интеллектуальных систем.

Ключевые слова: искусственный интеллект, когнитивные системы, рефлексивное мышление, адаптивность

PROSPECTS FOR USING SYSTEMS WITH REFLECTIVE THINKING

Gaponov Vladislav Rodionovich
BMSTU, Moscow, Russia
gaponovvr@student.bmstu.ru

Abstract. The article considers the prospects for using systems with reflexive thinking in the modern conditions of artificial intelligence development. The purpose of the study is to assess the advantages, problems and potential of integrating reflection mechanisms into cognitive systems. The work revealed that the use of reflection mechanisms increases the adaptability of intelligent systems, the effectiveness of their self-training and the quality of decisions made. At the same time, the difficulties of integrating reflection associated with the complexity of formalization and control of such systems, as well as the growth of computational costs are noted. It is shown that systems with reflexive thinking have significant potential for use in industry, medicine and education, increasing the efficiency and reliability of intelligent systems.

Keywords: artificial intelligence, cognitive systems, reflective thinking, adaptability

В условиях стремительного развития искусственного интеллекта и цифровых технологий системы, способные моделировать когнитивные процессы, приобретают всё большее значение в экономике, науке и образовании. Особый интерес представляют системы с рефлексивным мышлением – те, которые, помимо стандартных алгоритмов обработки данных, способны проводить самоанализ, корректировать собственное поведение и адаптироваться к новым условиям на основе внутреннего опыта. Такой подход позволяет создавать более гибкие и адаптивные интеллектуальные системы, отвечающие современным требованиям по эффективности и автономности. Так, например, в «Стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года в Российской Федерации» подчеркивается необходимость активного внедрения ИИ в различные сектора экономики [1].

Современные исследования в области когнитивных систем демонстрируют значительный прогресс в моделировании таких аспектов, как память, планирование и принятие решений. Известные когнитивные архитектуры, такие как ACT-R и Soar, успешно воспроизводят многие компоненты человеческого мышления. Однако, несмотря на достигнутые успехи, существующие модели пока испытывают трудности в реализации процессов рефлексии – способности системы самостоятельно анализировать и корректировать свои действия в динамично меняющейся среде. Интеграция рефлексивных механизмов остаётся одной из ключевых задач для дальнейшего развития когнитивного моделирования [2].

Целью данной статьи является анализ перспектив применения систем с рефлексивным мышлением в современных условиях развития искусственного интеллекта. В рамках работы будут рассмотрены следующие ключевые вопросы:

- Какие преимущества может дать интеграция рефлексивных механизмов в когнитивные системы?
- Какие могут быть проблемы при интеграции рефлексивных механизмов?
- Какие есть перспективы у систем с рефлексивным мышлением?

Преимущества интеграции рефлексивных механизмов. Интеграция рефлексивных механизмов в когнитивные системы открывает большой горизонт возможностей. Благодаря внедрению данной технологии повышаются показатели принятия решения, самообучения и адаптивности.

Взаимосвязь между принятием решения и рефлексией носит U-образный характер и является нелинейной. Умеренный уровень рефлексии способствует лучшему принятию решений, а низкая или чрезмерная рефлексия может снижать их качество. Высокий показатель рефлексии приводит к более сложным и детализированным процессам принятия решения, однако стоит учитывать, что избыток данного показателя может привести к параличу

процесса принятия решения [3]. Что весьма логично, так как при «обдумывании» большого количества вариантов дальнейшей ситуации система может просто не выдержать такого объема информации. Аналогичное поведение мы также можем наблюдать и у людей, например, головные боли.

Рефлексивные процессы позволяют информационной системе переходить от статических моделей обучения к динамическим, где происходит постоянное переосмысление и адаптация. Таким образом система постоянно анализирует результаты своей деятельности и корректирует алгоритмы на основе обратной связи. Данный подход обеспечивает возможность системы изменять свои обучающие стратегии в зависимости от изменяющихся условий. Следовательно, результатом данной деятельности является повышение адаптивности: система может быстрее реагировать на новые виды данных или изменяющиеся требования.

При внедрении механизмов рефлексии у системы появляется возможность самооценки, способность выявлять ошибки или неэффективность в своей работе. Это позволяет выбирать оптимальные стратегии обработки данных, предсказывать потенциальные проблемы и реагировать на них до возникновения критических ситуаций. Данный механизм напоминает рефлексивную регуляцию в человеческом когнитивном процессе.

Таким образом можно сделать вывод, что интеграция рефлексивных процессов в информационные системы способствует повышению качества самообучения, увеличению адаптивности и повышению показателей принятия решений.

Проблемы интеграции рефлексивных механизмов. Как было сказано ранее, интеграции рефлексивных механизмом открывает большое количество возможностей. Однако при этом могу возникать и значительные проблемы.

Одной из таких проблем, может быть, сложность моделирования когнитивных процессов. Рефлексивные механизмы включают в себя процессы самоанализа и саморегуляции, которые сложно формализовать математически. Традиционные когнитивные архитектуры (например, ACT-R и Soar) изначально ориентированы на моделирование базовых познавательных функций и часто не предусматривают полноценную интеграцию механизмов рефлексии. Это приводит к ограниченной способности таких систем адаптироваться к изменяющимся условиям [3].

Также в качестве одной из проблем можно выделить сложность в контроле системы. Трудно определить, какие именно аспекты самоанализа оказывают наибольшее влияние на качество принятия решений и как корректно интерпретировать их работу. Это создает проблемы для настройки, оптимизации и контроля таких систем, а также для разработки надежных

систем обратной связи, позволяющих отслеживать и корректировать процессы самоанализа.

Стоит отметить, что при работе с большим объемом данных, может потребоваться большие вычислительные мощности. Иначе система будет работать медленно. Данный фактор также стоит учитывать при интеграции когнитивных механизмов.

Таким образом, интеграция рефлексивных механизмов в когнитивные системы сопряжена с рядом сложных проблем. Решение этих проблем требует создания новых методологических подходов, способных объединить разнородные технологии, оптимизировать вычислительные процессы и обеспечить надежную верификацию интегрированных механизмов.

Перспективы систем с рефлексивным мышлением. Системы с рефлексивным мышлением обладают значительным потенциалом для применения в различных сферах, включая промышленность, медицину и образование. Их способность к самоанализу и адаптации позволяет повышать эффективность и надёжность интеллектуальных решений.

В промышленности такие системы могут анализировать производственные процессы, предсказывать сбои и оптимизировать работу оборудования. Интеграция с технологиями Интернета вещей (IoT) и потоковой обработкой данных позволяет создавать самонастраивающиеся производственные комплексы. Такие решения уже рассматриваются в рамках исследований, где подчеркивается важность архитектур с саморефлексией для устойчивой автоматизации [2].

В медицине рефлексивные ИИ могут обрабатывать большие объёмы клинических данных, учитывать индивидуальные особенности пациентов и формировать персонализированные рекомендации. В частности, обсуждается возможность использования когнитивных ИИ-моделей, способных оценивать собственную степень уверенности в принятом решении и адаптироваться к нетипичным случаям [3].

В образовании интеллектуальные системы с механизмами рефлексии способны анализировать успехи учащихся и адаптировать методику преподавания. Такие системы могут менять формат подачи материала в зависимости от реакции студента, формируя тем самым персонализированные траектории обучения. Разработка «медленного» и «быстрого» мышления в ИИ (по аналогии с теорией Канемана) уже реализуется в крупных языковых моделях и может быть перенесена в образовательные платформы [4].

Таким образом, сочетание рефлексивных механизмов с современными цифровыми технологиями делает такие системы мощным инструментом повышения эффективности, гибкости и надёжности ИИ в прикладных задачах.

Итак, можно сделать вывод, что интеграция механизмов рефлексии в когнитивные системы позволяет значительно повысить их способность к самообучению, адаптивность и качество принимаемых решений. Однако практическая реализация таких механизмов сопряжена с серьёзными проблемами, к ключевым из которых относятся: сложность математической формализации процессов саморефлексии, трудности интерпретации и контроля внутренних процессов системы, а также высокие вычислительные затраты. Решение указанных проблем требует разработки новых методологических подходов к моделированию и управлению рефлексивными процессами. Несмотря на эти трудности, системы с рефлексивным мышлением обладают широкими перспективами: они способны повысить эффективность, гибкость и надёжность интеллектуальных решений в различных сферах (промышленность, медицина, образование) за счёт присущих им свойств самоанализа, прогнозирования и адаптации к новым условиям. Таким образом, сочетание механизмов рефлексии с современными цифровыми технологиями является перспективным направлением развития искусственного интеллекта, позволяющим создавать более автономные и эффективные интеллектуальные системы при условии преодоления обозначенных препятствий.

Источники

1. Указ Президента Российской Федерации «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года» от 10.10.2019 № 490 // Российская газета. 2019 г. https://arxiv.org/pdf/2301.10823
2. Lewis P. R., Sarkadi S. Reflective Artificial Intelligence // Minds & Machines. – 2024. – №34.
3. Карпов А.В. Рефлексия в структуре когнитивной организации процессов принятия решения // Российский психологический журнал. – 2005. – №3.
4. Hagendorff T., Fabi S., Kosinski M. Human-like intuitive behavior and reasoning biases emerged in large language models but disappeared in ChatGPT // Nature Computational Science. – 2023. – №3.

УДК 004.9

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ДРОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ YOLO

Гарипов Ислам Азатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
islamgaripov200493@gmail.com

Аннотация. В работе рассматривается задача автоматического детектирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с использованием модели YOLO (You Only Look Once). Проведен анализ производительности модели YOLO11, включающий точность, полноту и среднюю точность (mAP) при различных порогах IoU. Модель переобучена на наборе изображений с аннотациями для повышения точности детектирования дронов в реальном времени.

Ключевые слова: детектирование дронов, YOLO, компьютерное зрение, мониторинг в реальном времени, автоматическое обнаружение, беспилотные летательные аппараты.

DRONE DETECTION USING COMPUTER VISION BASED ON THE YOLO MODEL

Garipov Islam Azatovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
islamgaripov200493@gmail.com

Abstract. The paper considers the problem of automatic detection of unmanned aerial vehicles (UAVs) using the YOLO (You Only Look Once) model. A performance analysis of the YOLA11 model is performed, including accuracy, completeness, and average accuracy (mAP) at various IoU thresholds. The model has been retrained on a set of images with annotations to improve the accuracy of drone detection in real time.

Keywords: drone detection, YOLO, computer vision, real-time monitoring, automatic detection, unmanned aerial vehicles.

Беспилотные летательные аппараты (БпЛА) находят применение в самых разных сферах – от аэрофотосъёмки до военного дела. Однако, наряду с развитием технологий, возникает необходимость в эффективных методах обнаружения и отслеживания дронов, особенно в целях обеспечения безопасности и предотвращения несанкционированного использования.

Одной из ключевых задач мониторинга дронов является определение их местоположения. Это важно для предотвращения потенциальных угроз, организации защиты объектов и координации ответных мер.

Использование методов компьютерного зрения и нейросетевых моделей, позволяет детектировать дроны в реальном времени. Это открывает новые перспективы в автоматизированном контроле за дронами и способствует развитию систем обеспечения безопасности.

Целью данного исследования является разработка и оценка метода автоматического детектирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с использованием модели YOLO (You Only Look Once) для обеспечения безопасности и мониторинга в реальном времени.

В последние годы методы компьютерного зрения, значительно улучшили возможности обнаружения и отслеживания объектов на изображении [1-2]. Одним из наиболее перспективных подходов является использование глубокого обучения для обработки визуальных данных.

Модель YOLO (You Only Look Once) является одной из самых популярных архитектур для решения задач компьютерного зрения. В данный момент самая последняя версия YOLO11.

У YOLO11 есть множество подтипов для решения задач компьютерного зрения таких как обнаружение объектов, классификация изображений, сегментация изображений, ориентированное обнаружение, оценка поз [3].

Для нашей задачи обнаруживания БПЛА будет использована модель для обнаруживания объектов.

Обнаружение объектов – это процесс идентификации местоположения и категории объектов на изображении или в видеопотоке.

Основной результат работы детектора объектов — набор ограничивающих рамок (bounding boxes), окружающих найденные объекты, с указанием их классов и уровней достоверности. Этот метод эффективен, когда требуется определить присутствие и расположение объектов в сцене, но нет необходимости в точном контуре их формы.

Ограничивающая рамка (bounding box) представляет собой четырехугольник формально описывается следующим образом:

$$bounding\ box = (x, y, w, h) \quad (1)$$

где:

1) x, y – координаты центра рамки относительно начала координат изображения;

2) w – ширина рамки;

3) h – высота рамки.

Пример аннотации объекта класса drone (БПЛА) с помощью, ограничивающий рамки представлен на рисунке 1.

Рис. 1. Пример аннотации объекта класса drone

Схематичная модель работы выходных данных алгоритма, используемого для задач детектирования объектов представлена на рисунке 2 [5].

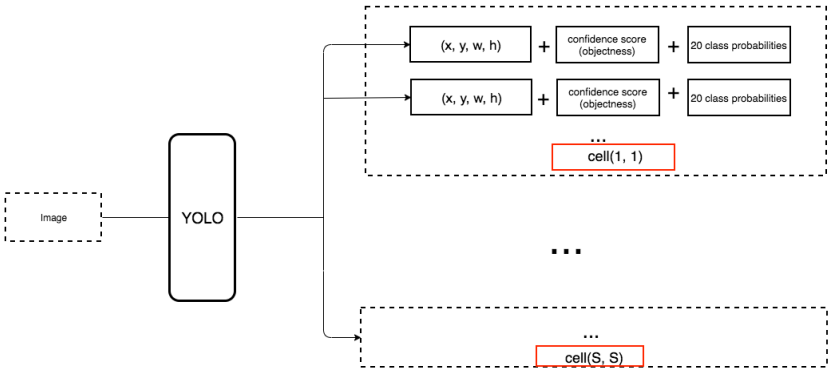


Рис. 2. Схематичная модель работы выходных данных алгоритма

Выходные данные модели YOLO формируются следующим образом:

1) Сетка ячеек (Grid Cells): изображение разделяется на сетку размером S×S ячеек, каждая из которых отвечает за детектирование объектов, центр которых попадает в её область.

2) Выходные данные для каждой ячейки: модель предсказывает координаты ограничивающей рамки (x,y,w,h), где (x,y) – координаты центра рамки относительно ячейки, (w,h) – ширина и высота рамки относительно изображения. Также рассчитывается оценка уверенности (confidence score) – вероятность наличия объекта в рамке, и вероятности классов – вероятность принадлежности к каждому из 20 классов.

3) Формирование итоговых предсказаний: каждая ячейка может предсказывать несколько ограничивающих рамок. Итоговые предсказания объединяются с учётом оценок уверенности и вероятностей классов.

4) Постобработка: применяется алгоритм Non-Maximum Suppression (NMS) для удаления дублирующихся рамок с низкой уверенностью.

Для обучения модели YOLO используется обучающая выборка, состоящая из изображений, аннотированных с помощью ограничивающих рамок, кроме того, каждой рамке присваивается класс объекта.

Модель YOLO11 изначально обучена на наборе данных COCO [3], который включает разнообразные объекты и классы. Для детектирования БПЛА модель была переобучена на наборе из 2912 изображений, которые были размечены на платформе. Обучение проводилось с использованием входного разрешения 640x640 пикселей в течение 40 эпох. Процесс обучения модели представлен на рисунке 3.

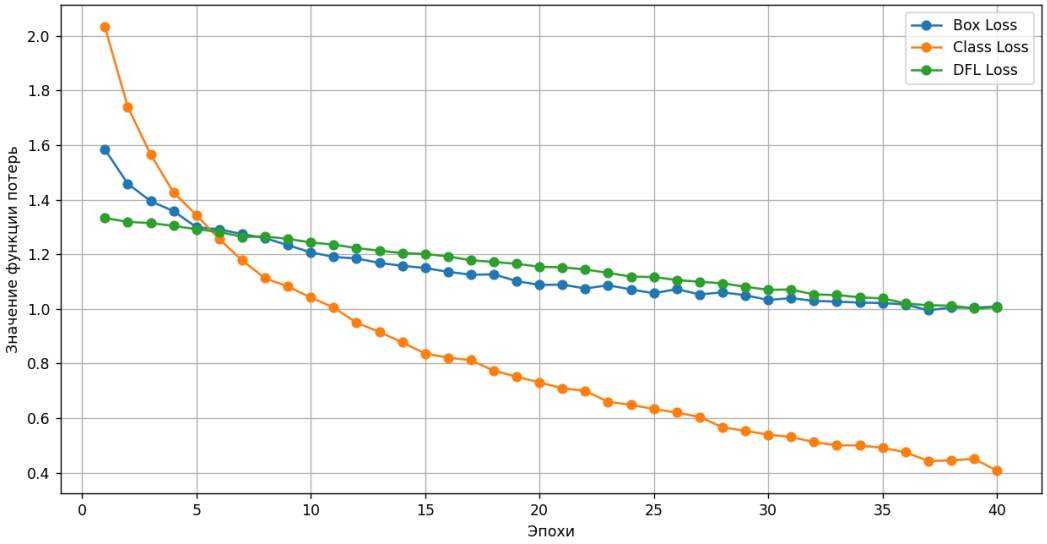


Рис. 3. Процесс обучения модели

Точность модели составляет 0,954, что означает, что 95,4% обнаруженных объектов действительно являются БПЛА, минимизируя количество ложных срабатываний (False Positives). Полнота модели равна 0.944, указывая на способность обнаруживать 94,4% всех БПЛА на изображениях, что снижает вероятность пропущенных целей (False Negatives). Средняя точность при IoU = 0,5 (mAP@50) достигает 0,967, обеспечивая почти идеальное детектирование даже при перекрытии ограничивающих рамок на 50%. Средняя точность при IoU от 0,5 до 0,95 (mAP@50-95) составляет 0.708, что демонстрирует высокую точность даже при строгих требованиях к локализации объектов [4].

Система детектирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с использованием модели YOLO обрабатывает изображения размером 640x640 пикселей с тремя БПЛА со скоростью 24,7 миллисекунд на одно изображение. Это соответствует примерно 40,5 кадрам в секунду, что демонстрирует высокую производительность и подходит для задач мониторинга в реальном времени.

Результаты обучения модели представлены на рисунке 4.

Рис. 4. Слева исходные размеченные изображения, справа – результаты детектирования, полученные с использованием обученной модели YOLO11

В ходе проведенного исследования была разработана и оценена методика автоматического детектирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с использованием модели YOLO (You Only Look Once). Результаты тестирования показали, что предложенный метод является эффективным для обеспечения безопасности и мониторинга в реальном времени. Высокая точность и скорость детектирования подтверждают применимость данного подхода в условиях, требующих оперативного реагирования и надежного обнаружения БПЛА.

Источники

1. Hussain M., Khanam R. Подробный обзор вариантов YOLOv1 до YOLOv10 для улучшенного обнаружения дефектов фотоэлектрических элементов // Solar. 2024. Т. 4, № 3. С. 351-386. DOI: 10.3390/solar4030016.

2. Zou Z., Chen K., Shi Z., Guo Y., Ye J. Обзор обнаружения объектов за 20 лет // arXiv preprint. 2019. arXiv:1905.05055 [cs.CV]. DOI: 10.48550/arXiv.1905.05055.

3. YOLO11 – новая модель детекции объектов [Электронный ресурс] // Ultralytics Documentation. 2024. URL: https://docs.ultralytics.com/ru/models/yolo11/.

4. Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A. You only look once: Unified, real-time object detection // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2016. С. 779–788.

5. Тимур Ишмуратов. Как работает YOLO: обзор архитектуры и применения [Электронный ресурс] // Хабр. URL: https://habr.com/ru/articles/514450/.

УДК 004.89

СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Гатауллин Булат Ильнурович, Хаерова Эндже Ильдаровна, Тумбинская Марина Владимировна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
mr.bulgat12@mail.ru,engikhaer@gmail.com, tumbinskaya@inbox.ru

Аннотация. В данной работе разработана и реализована модель нейронной сети для определения качества дорожного покрытия. Была создана обучающая и контролирующая выборка. Модель нейронной сети успешно прошла обучение и тестирование на контрольной выборке, достигнув точности классификации изображений в 98,67%. Разработки работы могут быть применены для определения качества износа дорожных покрытий. Также информация работы может быть полезна при составлении методических материалов по предмету.

Ключевые слова: система распознавания, глубокое машинное обучение, свёрточные нейронные сети, аугмантация данных, цифровая обработка изображений, Google Colab, Google Disk, Google Maps, python.

A SYSTEM FOR DETERMINING THE QUALITY OF A ROAD SURFACE BASED ON A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Gataullin Bulat Ilnurovich, Haerova Endzhe Ildarovna, Tumbinskaya Marina Vladimirovna
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
mr.bulgat12@mail.ru,engikhaer@gmail.com, tumbinskaya@inbox.ru

Abstract. In this paper, a neural network model has been developed and implemented to determine the quality of the road surface. A training and monitoring sample was created. The neural network model has successfully passed training and testing on a control sample, achieving image classification accuracy of 98.67%. The work developments can be applied to determine the quality of road surface wear. Also, the information of the work can be useful when compiling methodological materials on the subject.

Keywords: система распознавания, машинное глубокое обучение, нейронные сети свёрточные, аугментация данных, цифровая обработка изображений, в Google Colab, Диск Google, Google Карты, питон.

В ходе работы разработана модель свёрточной нейронной сети. Данная модель принимает на вход изображения и правильно оценивает класс изображения 0 или 1, где 0 – класс с износом дорожного покрытия, а 1 – класс без износа дорожного покрытия. Нейронная сеть была обучена на

тренировочной выборке и протестирована на контрольной выборке. В выборки были включены не менее 2000 изображений. Целью работы является разработка системы обнаружения износа дорожных покрытий, обучение и проверка модели свёрточной нейронной сети. Необходимо учитывать вычислительные возможности ПК, так как обучение нейронных сетей занимает достаточно долгое время при небольших мощностях вычислительной машины.

Чтобы классифицировать изображения, необходимо чётко определить классы и их признаки. Предположим, что имеется два класса. Первый класс содержит изображения плохого дорожного покрытия. Признаками данного класса могут быть: ямы, трещины, выбоины. Второй класс содержит изображения хорошего дорожного покрытия. Признаком данного класса может быть однородность пикселей на всём изображении, то есть на изображении не встречаются пикселы с резким отклонением от общей массы, а также нет областей, которые сильно отличаются от общего фона.

Чтобы выполнить намеченную задачу, требуется разработать и натренировать конволюционную нейросеть, а после этого оценить, насколько хорошо она справляется с распознаванием объектов. В данной работе предлагается применить уже существующую нейронную сеть VGG16, у которой были убраны последние три слоя, отвечающие за классификацию объектов [1]. Это требуется, так как исходная модель обучена на огромном наборе данных, содержащем 14 миллионов изображений, что дает возможность определять 1000 классов, что избыточно для нашей цели. Классифицирующие слои следует сконфигурировать так, чтобы сеть с высокой степенью уверенности определяла тип дорожного покрытия. Веса модели VGG16 мы сохраняем и используем [2]. При ограниченном наборе данных высока вероятность переобучения сети, поэтому установим Dropout 0.5. Это означает, что лишь половина нейронов предпоследнего слоя будет принимать решение об определении класса изображения.

Для достижения высокой точности классификации изображений необходимо подготовить обучающую и контролирующую выборки, которые состоят из большого количества изображений. Можно использовать аугментацию данных, которая позволит в разы увеличить выборку путём различных трансформаций изображения [3]. Для изменения изображения применяются следующие операции: поворот на угол до 10 градусов, горизонтальный сдвиг до 10%, вертикальный сдвиг до 10%, масштабирование в диапазоне до 20%, а также зеркальное отображение. Предполагается разработать генератор изображений, который выбирает некоторую совокупность данных операций и трансформирует исходное изображение. Свёрточная нейронная сеть VGG16 состоит из пяти блоков, каждый содержащий различные типы свёрток. Для нашей задачи мы ограничимся

использованием 13 свёрточных слоёв, поскольку они достаточно эффективны для извлечения характерных признаков изображения. Как следует из названия, на каждом свёрточном слое применяется операция свёртки, которая заключается в последовательном и постепенном уменьшении размера изображения с помощью специального фильтра. В архитектуре VGG16 после каждого блока свертки размещается слой MaxPooling, который эффективно сокращает размер изображения, сохраняя при этом наибольшее значение из каждого обрабатываемого участка. Разработка свёрточной нейронной сети достаточно сложный и трудоёмкий процесс. Невозможно построить такую сеть, которая будет идеально решать задачу классификации на разных выборках, разном количестве классов. В данной работе для извлечения характерных признаков изображений применяется фрагмент сети VGG16.

Изменения сети касаются последних слоёв, которые определяют класс объекта. Как можно заметить, свёрточная сеть состоит из большого множества слоёв. Основными слоями являются свёрточные слои (Convolution2D). Также используются слои заполнения нулями (ZeroPadding2D), пулинга (MaxPooling2D), выравнивания (Flatten), полносвязные (Dense) и дропаута (Dropout). На вход первого слоя поступает изображение. Выходной слой состоит из одного нейрона, который определяет результат классификации [4].

Используемые типы слоёв:

1. Входной слой - входные данные являются изображениями в формате JPEG, размера 150x150 пикселей.

2. Свёрточный слой – свёртка изображения предполагает использование фильтра размера 3x3. Фильтром является массив чисел. Фильтр последовательно накладывается на некоторую область изображения размером 3x3. Значения фильтра и области соответственно перемножаются и складываются, а результат данной операции записывается в пиксель нового изображения.

3. Слой заполнения нулями – для достижения заданного фиксированного размера изображение дополняется путём заполнения незанятых мест последовательностью из нулей, что называется слоем заполнения нулями.

4. Слои пулинга – для уменьшения объёма информации в памяти есть смысл отбрасывать признаки с небольшими значениями. Слой MaxPooling использует окно размера 2x2. Отличие слоя пулинга от слоя свёртки заключается в том, что происходит не операция умножения и сложения значений, а операция выбора максимального значения области [5].

5. Слой выпрямления – происходит преобразование массива в вектор. Это позволяет перейти свёрточной части к полносвязной части.

6. Полносвязный слой – слой обычного многослойного персептрона. Задача данного слоя состоит в классификации. Моделируется сложная

нелинейная функция, оптимизации которой, улучшает качество распознавания.

7. Слой дропаута – отключение некоторой части нейронов при обучении. В результате возрастает скорость обучения сети. Также используется для борьбы с переобучением нейронной сети. В работе используется значение 0.5, что означает использование половины нейронов полносвязного слоя для классификации.

8. Выходной слой соединён со всеми нейронами предыдущего слоя, который подвергался дроп-ауту [5]. Количество нейронов соответствует количеству распознаваемых классов. При бинарной классификации рекомендуется использовать 1 нейрон. Это позволяет уменьшить количество связей и вычислений, что благоприятно сказывается на скорости работы сети. Используется сигмоидная функция активации, поскольку производная от этой функции на всей области меньше единицы. Это позволяет свести ошибку к минимуму.

Была разработана программа, реализующая свёрточную нейронную сеть, способную определять класс дорожного покрытия.

Рис. 1. Пример №1 плохого дорожного покрытия

С целью увеличения объема выборки была разработана программа, осуществляющая генерацию новых изображений посредством таких операций как поворот, сдвиг, масштабирование и зеркальное отражение. Программа написана на языке Python 3.7. Для взаимодействия с нейронными сетями используются библиотеки Keras и TensorFlow. Keras обеспечивает возможность работы с уже обученными моделями, такими как VGG, Inception, ResNet, AlexNet и многими другими.

Программу можно запускать как на своём ПК, так и в облачном пространстве Google Colab. Для запуска на своём ПК, необходимо использовать Jupiter Notebook. Допускается последовательное выполнение частей программы. Это очень удобно при отладке и изменениях кода.

Программа содержит два основных модуля. Первый модуль отвечает за

подключение необходимых библиотек, указание месторасположения наборов данных. Второй модуль отвечает за сборку составной свёрточной нейронной сети, её обучение и проверку.

Нейронная сеть была успешно обучена на наборе данных, включающем 2860 изображений, и протестирована на аналогичном тестовом наборе из 2860 изображений. Уровень точности классификации составил 99,81%. Разработанная модель нейронной сети может быть интегрирована в системы, предназначенные для оценки состояния дорожного покрытия, чтобы установить, требуется ли ремонт конкретного участка дороги.

Источники

1. Сведения о модели VGG16 | [Электронный ресурс] URL: https://keras.io/applications/#vgg16 (дата обращения 05.01.2025)
2. Описание слоёв свёрточной нейронной сети | [Электронный ресурс] URL: https://habr.com/ru/post/348000/ (дата обращения 15.01.2025)
3. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2024624840. База данных человеко-машинного взаимодействия пользователя с виртуальным тренажером по дисциплине «Защита информации» в процессе обучения. Э. И. Хаерова, Б. И. Гатауллин, М. В. Тумбинская. Заявка № 2024624143. Дата поступления: 04.10.2024. Зарегистрировано: 01.11.2024.
4. Мишенков Е.А., Малышев А.А., Кулагин А.В., Сагун Д.Ю. Подход к моделированию нештатных ситуаций с использованием виртуального тренажера для обучения персонала // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. № 4. С. 99–110.
5. Мухаматханов Р.М., Михайлов А.А., Баянов Б.И., Тумбинская М.В. Классификация DDOS-атак на основе нейросетевой модели // Прикладная информатика. 2019. Т. 14. № 1 (79). С. 96-103.

УДК 519.217:004.8

МАРКОВСКИЕ МОДЕЛИ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ И ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ

Гафиятуллина Алина Альбертовна, Будникова Иветта Константиновна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
alina2680511@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются основные типы марковских моделей, такие как марковские цепи, скрытые марковские модели и марковские случайные поля, а также их применение в задачах обработки естественного языка, компьютерного зрения. Обсуждаются примеры использования скрытых марковских моделей для распознавания речи, что подчеркивает их значимость и эффективность в современных технологиях.

Ключевые слова: скрытые марковские модели, марковские цепи, марковские случайные поля, машинное обучение, искусственный интеллект.

MARKOV MODELS IN MACHINE LEARNING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Gafiyatullina Alina Albertovna, Budnikova Ivetta Konstantinovna
KSPEU, Kazan, Russia
alina2680511@gmail.com

Abstract. The article discusses the main types of Markov models, such as Markov chains, hidden Markov models and Markov random fields, as well as their application in natural language processing and computer vision tasks. Examples of using hidden Markov models for speech recognition are discussed, which highlights their importance and effectiveness in modern technologies.

Keywords: hidden Markov models, Markov chains, Markov random fields, machine learning, artificial intelligence.

Марковские модели, основанные на теории вероятностей и стохастических процессах, играют важную роль в машинном обучении и искусственном интеллекте (ИИ) [1, 2]. Их ключевое понятие – марковское свойство, означает, что будущее состояние системы зависит только от текущего состояния. Последнее делает их мощным инструментом для моделирования последовательностей, прогнозирования и анализа данных.

Марковские цепи – это простейший тип марковских моделей, где система переходит из одного состояния в другое с определённой вероятностью. Они

используются для моделирования процессов, где будущее зависит только от настоящего.

Скрытые марковские модели (Hidden Markov Models, HMM) расширяют идею марковских цепей, добавляя понятие скрытых состояний. В моделях HMM наблюдаемые данные зависят от скрытых состояний, которые следуют марковскому процессу [3].

Марковские случайные поля (Markov Random Fields, MRF) – это графовые модели, которые используются для представления совместных распределений вероятностей. В отличие от марковских цепей, MRF могут моделировать более сложные зависимости между переменными.

Марковские модели широко используются в обработке естественного языка (NLP) для решения задач, связанных с текстом:

– генерация текста: модели n-грамм, основанные на марковских цепях, используются для создания текста, который звучит естественно [4];

– машинный перевод: марковские модели помогают в построении вероятностных моделей перевода.

Марковские случайные поля (MRF) используются для анализа изображений в компьютерном зрении [5]:

– сегментация изображений: MRF помогают разделять изображения на области с одинаковыми характеристиками, например, объекты и фон;

– восстановление изображений: MRF применяются для удаления шума и восстановления повреждённых изображений.

Пример алгоритма решения задачи распознавания речи и превращения его в текст (рис. 1).

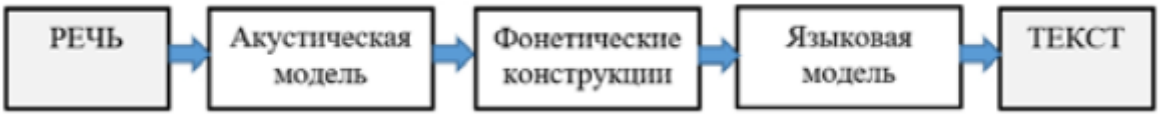


Рис. 1. Общий вид процесса распознания речи и превращения его в текст

1. Обработка речи начинается с получения речевого сигнала. Сигнал преобразуется в набор акустических параметров.

2. Акустическая форма сигнала приводится в соответствие с внутренним алфавитом фонетических элементов.

3. Фонетически конструкции подаются для сопоставления с языковой моделью и её внутренними конструкциями.

4. С помощью языковой модели определяется набор слов и подбирается наиболее вероятный порядок слов, который преобразуется в текст.

Таким образом, HMM позволяет преобразовать звуковой сигнал в текст, учитывая вероятностные зависимости между звуками и словами (рис. 2).

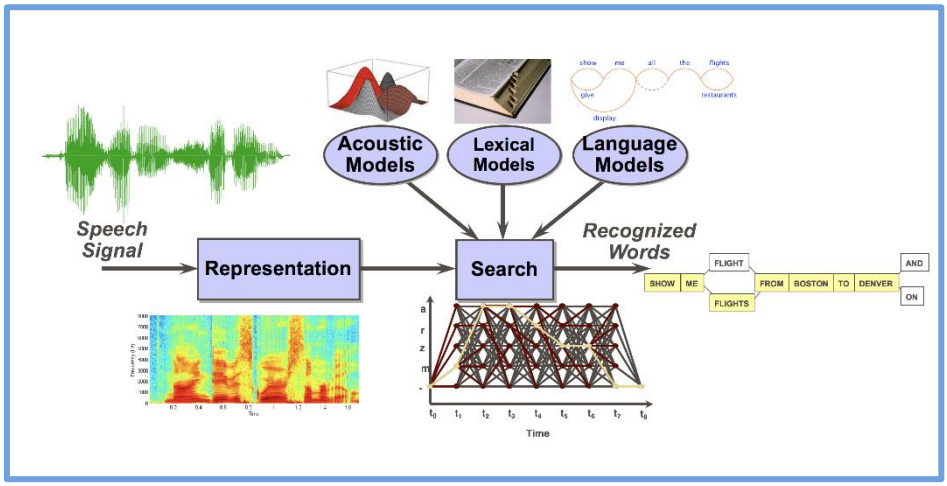


Рис. 2. Акустическая модель распознавание речи

Марковские модели являются важным инструментом в машинном обучении и искусственном интеллекте. Они применяются в широком спектре задач, включая обработку естественного языка, распознавание речи, компьютерное зрение и анализ временных рядов. Благодаря своей простоте и эффективности, марковские модели остаются актуальными, несмотря на появление более сложных методов, таких как глубокое обучение.

Источники

1. Будникова И.К., Матвеев М.Г. Динамика развития рынка технологий искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2022. № 1 (27). С. 92–95.

2. Хамидуллин С.А., Будникова И.К. Применение алгоритмов машинного обучения для решения задач классификации при обработке текстовых комментариев / Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 120–125.

3. Маковкин К.А. Гибридные модели – скрытые марковские модели / многослойный персептрон и их применение в системах распознавания речи. Обзор / Речевые технологии. 2012. № 3. С. 60–65.

4. Михайлов А. Марковские цепи в обработке естественного языка и моделировании текстовых данных [Электронный ресурс]. https://habr.com/ru/companies/otus/articles/746412/ (Дата обращения: 23.02.2025).

5. Черняев С.Д. Марковские случайные поля для задач обработки изображений / Научно-исследовательская работа обучающихся и молодых ученых. 2019. № 71. С. 282–285.

УДК 004.8:159.9

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПСИХОЛОГИИ И НЕЙРОНАУКАХ: АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Гафиятуллина Алина Альбертовна, Кулешова Диана Александровна, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
alina2680511@gmail.com, diaanakuul@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена применению искусственного интеллекта (ИИ) в психологии и нейронауках для анализа поведения, изучения эмоций и моделирования когнитивных процессов. Рассмотрены современные методы машинного обучения, обработки естественного языка (NLP) и компьютерного зрения, которые позволяют анализировать большие объемы данных, включая текстовые сообщения, видеозаписи и физиологические сигналы. Особое внимание уделено использованию ИИ для моделирования работы мозга, изучения эмоций и разработки интерфейсов «мозг-компьютер». Также обсуждаются этические вопросы, связанные с применением ИИ, и перспективы его дальнейшего развития в данных областях.

Ключевые слова: искусственный интеллект, психология, нейронауки, анализ поведения, эмоции, когнитивные процессы, машинное обучение, нейронные сети, интерфейсы «мозг-компьютер», этика ИИ.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PSYCHOLOGY AND NEUROSCIENCE: BEHAVIOR ANALYSIS AND MODELING OF COGNITIVE PROCESSES

Gafiyatullina Alina Albertovna, Kuleshova Diana Aleksandrovna,
Pyrnova Olga Alexandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
alina2680511@gmail.com, diaanakuul@gmail.com

Abstract. The article focuses on the application of artificial intelligence (AI) in psychology and neuroscience for behavior analysis, emotion study, and modeling of cognitive processes. Modern methods of machine learning, natural language processing (NLP), and computer vision are discussed, which enable the analysis of large volumes of data, including text messages, video recordings, and physiological signals. Special attention is given to the use of AI for modeling brain function, studying emotions, and developing brain-computer interfaces. Ethical issues related to the use of AI and prospects for its further development in these fields are also addressed.

Keywords: artificial intelligence, psychology, neuroscience, behavior analysis, emotions, cognitive processes, machine learning, neural networks, brain-computer interfaces, AI ethics.

Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) активно проникают в различные области науки, включая психологию и нейронауки. Эти дисциплины, изучающие человеческое поведение, эмоции и работу мозга, сталкиваются с необходимостью обработки огромных объемов данных, что делает ИИ незаменимым инструментом для анализа и моделирования. В данной статье рассматривается как ИИ применяется для изучения когнитивных процессов, анализа поведения и эмоций, а также для моделирования работы мозга.

Человеческое поведение – это сложный феномен, который включает в себя множество факторов: социальные, культурные, биологические и психологические. Традиционные методы анализа поведения, такие как наблюдение и анкетирование, часто ограничены субъективностью и трудоемкость, в то время как ИИ предлагает новые подходы, которые позволяют автоматизировать и ускорить процесс анализа.

Одним из ключевых направлений является использование машинного обучения для анализа больших данных, полученных из социальных сетей, мобильных приложений и других цифровых платформ. Например, алгоритмы ИИ могут анализировать текстовые сообщения, чтобы выявить эмоциональное состояние человека, его настроение или даже признаки психических расстройств, таких как депрессия или тревожность. Это стало возможным благодаря методам обработки естественного языка (NLP), которые позволяют ИИ «понимать» и интерпретировать человеческую речь [1].

Кроме того, ИИ используется для анализа видеозаписей поведения людей. С помощью компьютерного зрения алгоритмы могут распознавать мимику, жесты и позы, что помогает в изучении невербальной коммуникации. Например, такие технологии применяются в исследованиях аутизма, где важно отслеживать мельчайшие изменения в поведении.

Эмоции играют ключевую роль в человеческой жизни, влияя на принятие решений, социальное взаимодействие и психическое здоровье. ИИ позволяет исследовать эмоции на новом уровне, используя данные из различных источников, таких как физиологические сигналы, голосовые записи и изображения. Одним из примеров является анализ эмоций по лицевым выражениям [2]. Алгоритмы, обученные на больших наборах данных, могут с высокой точностью определять эмоции, такие как радость, грусть, гнев или удивление. Это особенно полезно в клинической психологии, где важно отслеживать эмоциональное состояние пациентов.

Другой подход – это анализ голоса. ИИ может определять эмоции по интонации, тембру и другим характеристикам речи. Например, такие системы используются в call-центрах для оценки удовлетворенности клиентов или в

психотерапии для анализа эмоционального состояния пациента во время сеанса.

Кроме того, ИИ применяется для анализа физиологических данных, таких как частота сердечных сокращений, кожно-гальваническая реакция и активность мозга. Эти данные помогают исследователям лучше понять, как эмоции влияют на тело и мозг.

Когнитивные процессы, такие как восприятие, память, внимание и принятие решений, являются основными объектами изучения в психологии и нейронауках. ИИ позволяет создавать модели, которые имитируют эти процессы, что помогает лучше понять их механизмы [3]. Одним из примеров является использование нейронных сетей для моделирования работы мозга. Нейронные сети, вдохновленные структурой биологических нейронов, могут обучаться выполнять задачи, аналогичные тем, которые решает человеческий мозг. Например, сверточные нейронные сети (CNN) используются для моделирования зрительного восприятия, а рекуррентные нейронные сети (RNN) – для изучения процессов памяти и языка [4].

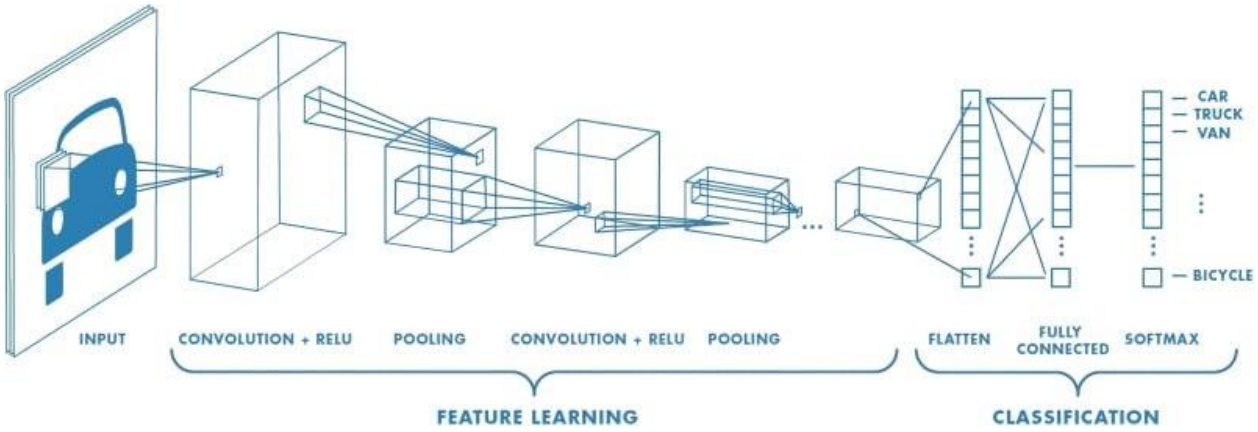


Рис. 1. Сверточная нейронная сеть (CNN)

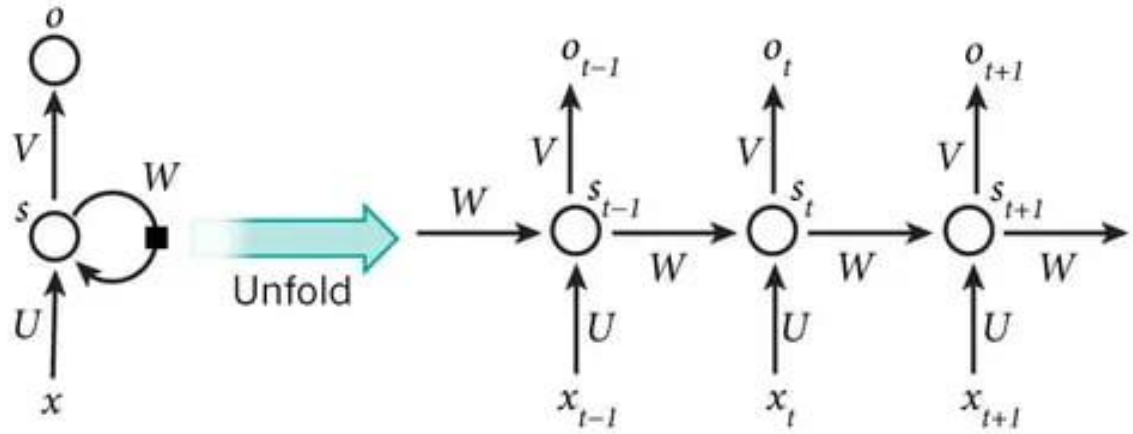


Рис. 2. Рекуррентная нейронная сеть (RNN)

Кроме того, ИИ применяется для создания когнитивных архитектур, которые имитируют человеческое мышление. Например, ACT-R (Adaptive Control of Thought–Rational) – это когнитивная архитектура, которая моделирует процессы восприятия, памяти и принятия решений. Такие модели помогают исследователям тестировать гипотезы о работе мозга и разрабатывать новые теории.

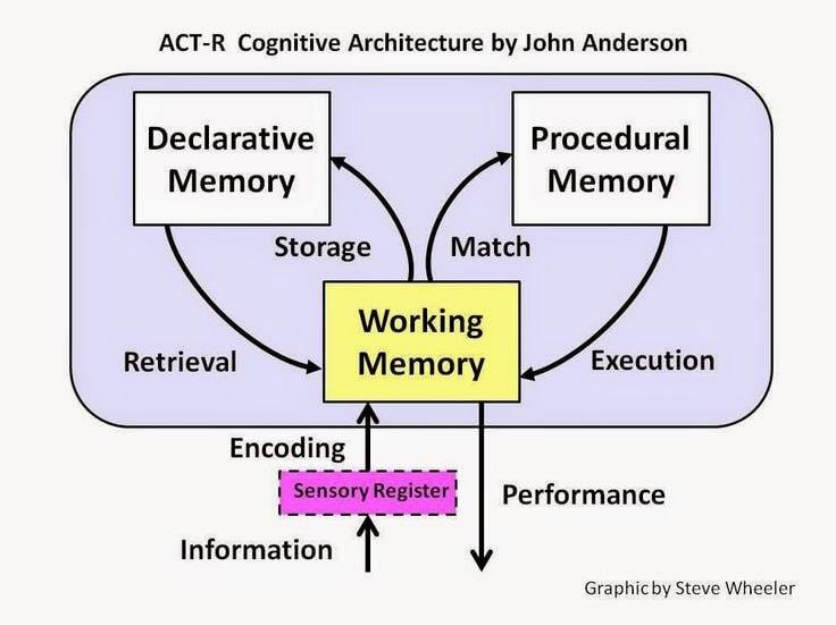


Рис. 3. ACT-R Cognitive Architecture by John Anderson

Нейронауки – это область, которая изучает структуру и функции мозга. ИИ играет важную роль в обработке и анализе данных, полученных с помощью современных методов нейровизуализации, таких как функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) и электроэнцефалография (ЭЭГ) [5].

Одним из ключевых направлений является использование ИИ для анализа данных фМРТ. Эти данные позволяют исследовать активность мозга в режиме реального времени, но их объем и сложность требуют применения современных алгоритмов машинного обучения. Например, ИИ может использоваться для идентификации паттернов мозговой активности, связанных с определенными когнитивными процессами или заболеваниями, такими как шизофрения или болезнь Альцгеймера [6].

Кроме того, ИИ применяется для создания моделей, которые предсказывают поведение мозга на основе его активности. Например, такие модели могут использоваться для разработки интерфейсов «мозг-компьютер», которые позволяют людям управлять устройствами с помощью мыслей.

Несмотря на огромный потенциал ИИ, его применение в психологии и нейронауках поднимает ряд этических вопросов. Например, использование ИИ для анализа личных данных, таких как текстовые сообщения или записи

разговоров, может нарушать конфиденциальность [7]. Кроме того, существует риск злоупотребления технологиями, например, для манипуляции поведением или эмоциями.

В будущем важно разработать этические стандарты и регуляции, которые обеспечат ответственное использование ИИ в этих областях. Кроме того, необходимо продолжать исследования, чтобы улучшить точность и надежность алгоритмов, а также понять их ограничения.

Искусственный интеллект открывает новые горизонты в психологии и нейронауках, предоставляя мощные инструменты для анализа поведения, изучения эмоций и моделирования когнитивных процессов. Благодаря ИИ исследователи могут обрабатывать огромные объемы данных, выявлять сложные паттерны и создавать модели, которые помогают лучше понять работу человеческого мозга. Однако важно учитывать этические аспекты и продолжать развивать технологии, чтобы они служили на благо науки и общества.

Источники

1. Гольдберг Й. Нейросетевые методы в обработке естественного языка // ДМК Пресс. 2019. С. 21–22.

2. Нгуен Тхи Ань Туйет, Нгуен Тхи Тху, Хоанг Тхи Нгат, Зарипова Р.С. Модель распознавания эмоций для оценки уровня удовлетворенности обучающихся // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. №11. С. 240-244.

3. Kotseruba I., & Tsotsos J. K. 40 Years of Cognitive Architectures: Core Cognitive Abilities and Practical Applications // Artificial Intelligence Review. 2018. С. 58–61.

4. Нейросетевая система определения сонливости человека по выражению лица / Б. Курбанов, А. С. Катасев, Д. В. Катасева, Б. Р. Зиннуров // Вестник Технологического университета. – 2024. – Т. 27, № 12. – С. 158-164.

5. Hassabis D., Kumaran D., Summerfield C., & Botvinick M. Neuroscience-Inspired Artificial Intelligence // Neuron. 2017. Т. 95. № 2. С. 246.

6. Князев Г.Г., Савостьянов А.Н., Рудыч П.Д., Бочаров А.В. Использование методов машинного обучения для анализа паттернов активности мозга в процессе оценки себя и других людей // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2023. Т. 73. № 2. С. 242–255.

7. Матвеев В.А. Искусственный Интеллект в практике психолога: этика, технологии и эффективность // Издательские решения. 2025. С. 41.

УДК 004.08:025.5+004:02

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В БИБЛИОТЕКЕ: НОВЫЙ УРОВЕНЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Гелдиев Мейлис Алтымухаммедович, Ханчаев Батыр Акмухаммедович, Бердилиев Кервен Мухамметрахымович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
meylisgeldiyew@gmail.com, hanchayev.b@gmail.com, kerwenberdiliyew0@gmail.com

Аннотация. В статье описывается разработка инновационного программного обеспечения (ПО) «Электронная библиотека с ИИ», которое объединяет традиционные функции электронной библиотеки с передовыми технологиями искусственного интеллекта. Это ПО предназначено для оптимизации взаимодействия пользователей с библиотечными ресурсами, такими как книги, статьи и другие материалы. Благодаря интеграции интеллектуальных технологий, система предоставляет расширенные возможности для поиска, анализа и взаимодействия с контентом. В статье рассматриваются ключевые особенности и функциональные возможности данного ПО, его значимость для современной образовательной и научной среды, а также практическое применение в контексте цифровой трансформации.

Ключевые слова: Электронная библиотека, искусственный интеллект, интеллектуальный помощник, поиск информации, цифровая образовательные технологии.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE LIBRARY: A NEW LEVEL OF INTERACTION WITH LITERATURE

Geldiyev Meylis Altymuhammedovich, Hanchayev Batyr Akmuhammedovich, Berdiliyev Kerven Muhammetrahymovich
State energy institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
meylisgeldiyew@gmail.com, hanchayev.b@gmail.com, kerwenberdiliyew0@gmail.com

Abstract. The article describes the development of software "Electronic library with AI", which combines the classic functions of an electronic library with modern artificial intelligence technologies. Electronic library with AI is an innovative software designed for effective interaction of users with library resources. By integrating intelligent technologies, the system provides opportunities for searching, analyzing and communicating with content, including books, articles and other materials. The article discusses the main features and capabilities of this software, its relevance for the modern educational and scientific environment, as well as practical application in the context of digital transformation.

Keywords: Electronic library, artificial intelligence, intelligent assistant, library resources, information retrieval, digital transformation, data integration, educational technologies.

Цифровизация меняет взаимодействие с информацией, особенно в образовании и науке. Электронные библиотеки, как хранилища знаний, часто ограничены простым поиском. Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в такие системы открывает новые возможности.

В данной работе представлено ПО «Электронная библиотека с ИИ», которое позволяет не только искать и просматривать книги, но и вести диалог с контентом через чат-бота. Система направлена на улучшение взаимодействия с информацией в условиях её экспоненциального роста.

Цель ПО – создать удобную платформу, где пользователи могут находить информацию и получать ответы на вопросы, взаимодействуя с ботом.

Рис. 1. Главная страница ПО

Рис. 2. Главная страница ПО: Новые добавленные

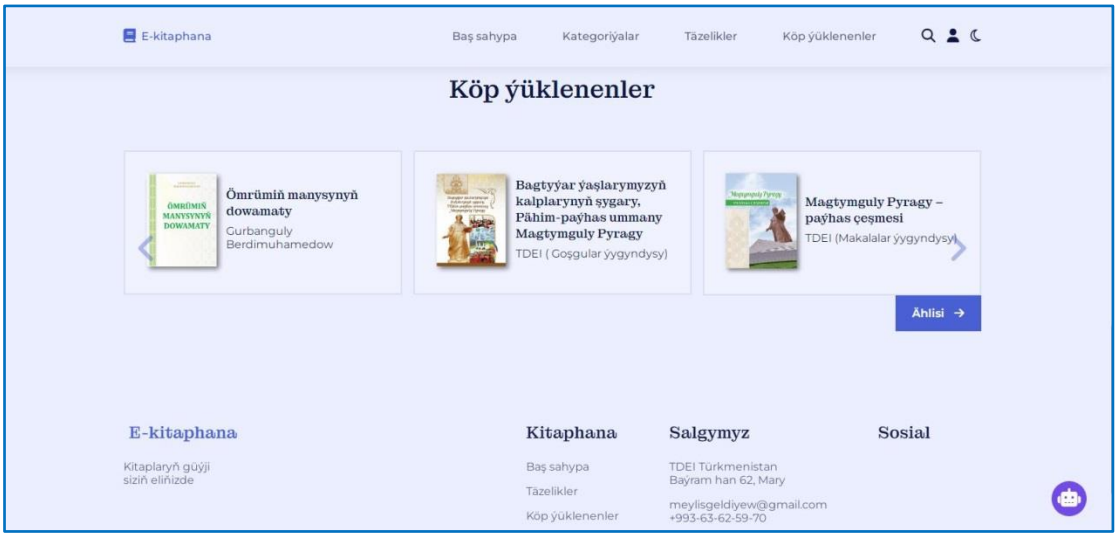


Рис. 3. Главная страница ПО: Много скаченные и обратная связь

Традиционные электронные библиотеки не всегда способны удовлетворить современные запросы пользователей, поскольку они не обеспечивают полноценного диалога с содержанием материалов. Пользователь ожидает не только возможности находить нужный материал, но и интеллектуальной поддержки в интерпретации прочитанного. В этой связи система «Электронная библиотека с ИИ» представляет собой актуальное решение, способное обеспечить интерактивное общение с текстом, автоматизированный анализ и быстрый поиск релевантных данных.

Преимущества внедрения ИИ в библиотечное ПО очевидны: от повышения качества поиска до возможности получения мгновенной обратной связи, что является важным условием для эффективного обучения и проведения научных исследований.

Новизна предлагаемой системы определяется несколькими аспектами:

• Интерактивное общение с контентом: Использование чат-бота, который анализирует текст документов и предоставляет детальные ответы, позволяет создать новый формат взаимодействия пользователя с информацией.

• Передовые методы анализа текста: Внедрение алгоритмов обработки естественного языка дает возможность получать точные и обоснованные ответы на вопросы.

• Интеграция в образовательный процесс: Система адаптирована для использования в образовательных учреждениях, что способствует развитию новых методик обучения и научного исследования.

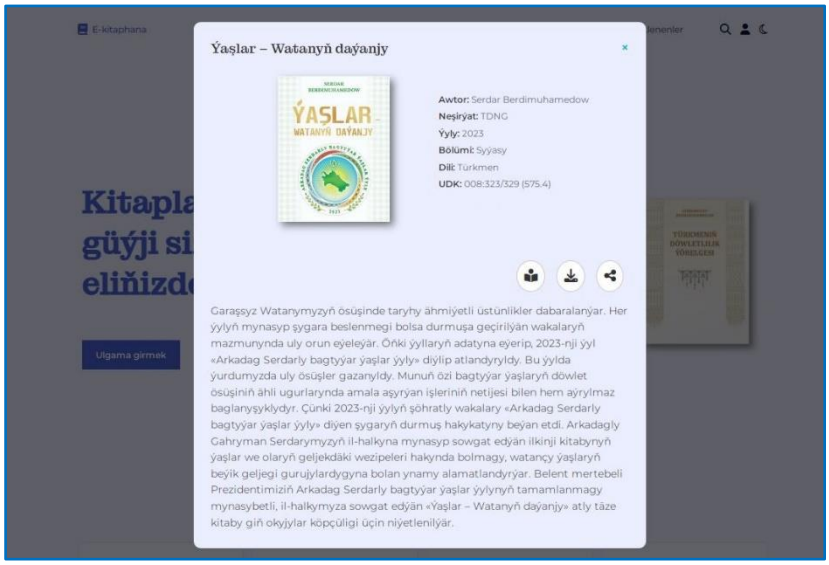


Рис. 4. Модальное окно с описанием книги и с стандартными функциями (онлайн чтения, скачивание и поделится)

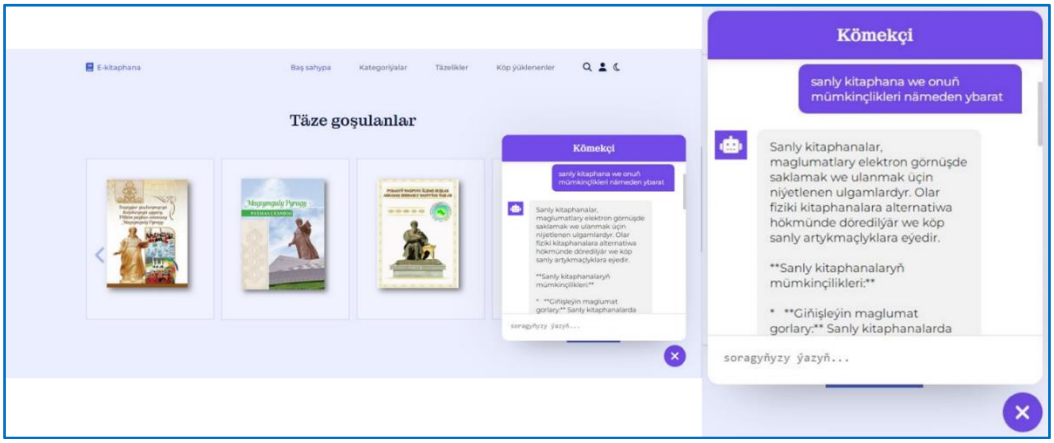


Рис. 5. Чат-бот с ИИ

Рис. 6. Страница онлайн чтении

«Электронная библиотека с ИИ» является создание системы, которая обеспечит интерактивное и интеллектуальное взаимодействие пользователя с библиотечными ресурсами.

Основные задачи, стоящие перед разработкой:

1. Создание удобного интерфейса для поиска и просмотра книг.
2. Реализация чат-бота, который будет взаимодействовать с пользователями и отвечать на их вопросы.
3. Повышение качества образовательного процесса за счет интеграции интеллектуальных технологий.
4. Расширение функциональности традиционных электронных библиотек с помощью современных ИИ-решений.

Разработанная система предоставляет следующие возможности:

- Доступ к библиотечным ресурсам: Пользователь получает возможность искать книги по различным параметрам и просматривать их в цифровом формате.
- Интерактивное общение: Пользователи могут задавать вопросы чат-боту, который будет отвечать на основе контента книг, доступных в библиотеке.
- Поддержка различных типов контента: ПО поддерживает различные типы книг – от художественных произведений до научных и образовательных материалов, что позволяет использовать систему в различных областях знаний.
- Многофункциональный интерфейс: Удобный и интуитивно понятный дизайн обеспечивает быстрое освоение системы.
- Интеграция с образовательными системами: Возможность использования платформы в учебных заведениях, что способствует улучшению качества образовательного процесса.

Разработка «Электронной библиотеки с ИИ» имеет значительный потенциал для улучшения образовательного процесса и научных исследований. Интеграция чат-бота, способного анализировать содержание книг, открывает новые возможности для быстрого доступа к знаниям и повышения эффективности работы с информационными ресурсами. Система демонстрирует успешное сочетание традиционных библиотечных технологий и современных методов искусственного интеллекта, что может стать основой для дальнейших исследований и разработок в области цифровых образовательных платформ.

Источники

1. Serdar Berdimuhamedow. Ýaşlar – Watanyň daýanjy. – A.: TDNG, 2023.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. 1 t. – A.: TDNG, 2010.

УДК 004.8:614

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Гимаева Алиса Ростиславовна, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
23853ap@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются технологии и возможности искусственного интеллекта в сфере здравоохранения. Анализируются достоинства и недостатки использования данных технологий в разных направлениях медицины. Делается вывод о будущем развитии ИИ в сфере здравоохранения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, здравоохранение, здоровье, цифровые технологии, медицина.

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HEALTHCARE

Gimaeva Alisa Rostislavovna, Zaripova Rimma Soltanova
KSPEU, Kazan, Russia
23853ap@gmail.com

Abstract. This article considers the technologies and possibilities of artificial intelligence in the field of healthcare. The advantages and disadvantages of using these technologies in different areas of medicine are analysed. The conclusion about the future development of AI in the field of healthcare is made.

Keywords: artificial intelligence, healthcare, health, digital technologies, medicine.

Здоровье является важной составляющей жизни любого человека, поэтому сохранение здоровья своих граждан – один из приоритетов любого государства. Для обеспечения возможностей сохранения или улучшения здоровья граждан в государстве существует сфера здравоохранения, которая продолжает развиваться и в настоящее время. Одним из направлений улучшения здравоохранения является использование технологий искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект (ИИ) – это технологии, выполняющие действия и решающие задачи, которые может осуществлять человеческий интеллект. Данные технологии быстро развиваются, поэтому возможности их использования в разных сферах увеличиваются каждый год. И одна из сфер использования искусственного интеллекта – сфера здравоохранения. Рассмотрим возможности, предоставляемые искусственным интеллектом, для данной сферы.

И первая возможность использования ИИ – это диагностика заболеваний. Технологии ИИ имеют возможности преобразования изображений и распознавания снимков МРТ, КТ и других анализов [1]. Данные технологии помогают анализировать и выявлять симптомы заболеваний, после чего врачи при более тщательном осмотре могут подтвердить или опровергнуть. Достоинствами данных технологий является уменьшение возможности человеческой ошибки и увеличение скорости анализа снимков. Однако данные технологии не идеальны и не всегда правильно анализируют изображения, поэтому дополнительный осмотр врачом необходим. Одним из самых известных технологий является IBM Watson от компании IBM. Данная технология проанализировала более 30 млрд. медицинских снимков и на данные момент имеет самые лучшие показатели в правильной постановке диагноза [2].

Также нейронные системы применяются в подборе подходящих лекарств для пациентов. На основе истории болезни пациента и существующего заболевания, ИИ могут подобрать наиболее подходящие для данного пациента лекарства, что уменьшает риск получения каких-либо осложнений при приеме [2]. Также данные технологии помогают фармацевтическим компаниям в разработке препаратов и клинических исследованиях, сокращая затраты на разработку и ускоряя процесс [3].

Еще одно из направлений, в которой используется ИИ, – это хирургические операции. Как известно, хирургические операции являются очень тонкой и кропотливой работой. Любая ошибка в данной области может стоить жизни пациенту. Поэтому неудивительно, что с развитием искусственного интеллекта его стали использовать и в хирургии. Данные технологии более аккуратные и уменьшают возможность врачебной ошибки. Однако нейронные системы еще не полностью развиты, поэтому доверить им полное проведение операции нельзя. Чаще всего в хирургии ИИ являются ассистентами в данной области [4].

Направление психологии и психиатрии тоже использует нейронные связи. С помощью чат-ботов люди могут получить консультацию и поддержку [5]. В некоторых вопросах люди доверяют больше искусственному интеллекту, нежели человеку из-за сложности пережитого опыта. Данные чат-боты анализируют полученные данные и могут предложить программу лечения, а при серьезных и сложных заболеваниях могут предложить обратиться к специалистам. Одними из известных чат-ботов в сфере психологии и психотерапии являются Quarter Health, Карим, Элли, Эмма и Nema [2].

Также в настоящее время женщины могут использовать ИИ-консультантов во время беременности. Данные технологии анализируют УЗИ и выявляют патологии у плода. Одной из таких технологий является ScanNav, которая может выявить отклонения, которые невозможно обнаружить другими

способами [2]. Также существует множество приложений, помогающих отслеживать течение беременности. Подобные приложения с ИИ имеют множество функций, которые будут проанализированы при введении в приложение описаний своих ощущений.

Технологии ИИ используются и в момент госпитализации. Данные технологии могут следить за уровнем сердца, дыхания и анализами пациента. Эти средства помогают предотвратить сердечные приступы и инсульты или, при их возникновении, предупредить врачей [1]. Также данные технологии отвечают за количество вводимого лекарства пациенту, основываясь на данных в его медицинской книжке.

Для обеспечения здоровья также существует много приложений, помогающих поддерживать многие критерии состояния человека в норме. Среди таких приложений, например, есть те, которые помогают отслеживать уровень сахара в крови для диабетиков и предупреждают при его понижении или повышении, а некоторые также могут вызвать скорую помощь в критических ситуациях. Приложения подходят и для здоровых людей: они следят за количеством пройденного расстояния, уровнем воды и полезных веществ в организме, сонным ритмом.

Еще одним направлением, где используется искусственный интеллект, является генетика. Современные технологии нейросетей могут проанализировать генетическую информацию человека. Этот анализ нужен для предотвращения возможности каких-либо мутаций, патологий или склонностей к определенным заболеваниям на раннем этапе их развития. Одной из технологий, используемой в данной области, является DeepVariant от компании Google [2].

В конце стоит также упомянуть возможность ИИ, используемая во многих сферах, в том числе и в здравоохранении, - а именно анализ и сортирование данных. В случае сферы медицины данные возможности помогают лучше и быстрее рассматривать полную историю заболеваний пациента. С помощью ИИ информация о пациентах, болезнях и способах лечения формируется в одной базе данных, что облегчает поиск и просмотр [6]. Подобные технологии используются еще не везде, однако данная структура помогла бы определять информацию о пациенте независимо от учреждения, к которому прикреплен данный человек, и больницу, в которую он попал [1]. Подобная система помогла бы предотвращать ошибки при оказании помощи пациентам из-за незнания истории болезни человека. ИИ также может помочь сформулировать наиболее оптимальный метод лечения для данного пациента. Однако главным недостатком данной возможности нейронных сетей является небольшая распространенность, которая уменьшает количество обрабатываемой информации и уменьшает диапазон действия данной системы.

Подводя итог, можно сделать вывод, что искусственный интеллект стал необходимой частью для помощи в медицине по многим направлениям. Его использование значительно ускоряет анализ и диагностику заболеваний, помогает консультировать пациентов и подбирать им лекарства, и даже помогать при выполнении хирургических операций. Использование ИИ значительно ускоряет процесс поиска заболеваний и их лечения, а также уменьшает возможность ошибок. Однако несовершенство современных технологий нейронных сетей не позволяют полностью доверить лечение заболеваний ИИ, необходимость в консультации со специалистами все еще важна. Таким образом, здравоохранение продолжит использовать системы ИИ для ускорения и улучшения работы, но важность работы специалистов не пропадет в ближайшее время.

Источники

1. Аликперова Н. В. Искусственный интеллект в здравоохранении: риски и возможности // Здоровье мегаполиса. 2023. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-zdravoohranenii-riski-i-vozmozhnosti (дата обращения: 28.02.2025).

2. Гусев А. В., Добриднюк С. Л. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении //Информационное общество. 2017. №. 4-5. С. 78-93.

3. Алексеева М. Г., Зубов А. И., Новиков М. Ю. Искусственный интеллект в медицине // МНИЖ. 2022. №7-2 (121). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-meditsine-3 (дата обращения: 28.02.2025).

4. Силкина О.Ю., Зарипова Р.С. Интеллектуальные системы в медицине // Интеллектуальные информационные системы: теория и практика: сборник научных статей по материалам II Всероссийской конференции. Курск, 2021. С. 94-101.

5. Хайруллин А.М., Зарипова Р.С. Применение моделей искусственного интеллекта в медицине // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 3 (21). С. 40-42.

6. Слудников В.М., Пырнова О.А. Прогнозирование эпидемий и эффективное управление здравоохранением с помощью искусственного интеллекта // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 1105-1109.

УДК 004.89

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ РАСПОЗНАНИЯ И ИМИТАЦИИ ЭМОЦИЙ ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Гимаева Алиса Ростиславовна, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
23853ap@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. В статье проведен анализ современных систем распознавания и имитации человеческих эмоций искусственным интеллектом (ИИ). Даны определения ключевых понятий, таких как искусственного интеллекта и эмоциональный интеллект. Рассмотрены этапы обработки эмоциональных данных в различных системах, а также проведена оценка технологий имитации эмоций. На основе проведенного исследования сформулированы перспективы дальнейшего развития данного направления, включая возможные пути оптимизации существующих решений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, эмоциональный интеллект, системы распознавания эмоций, эмоциональный искусственный интеллект, человеческие эмоции.

DEVELOPMENT OF EMOTION RECOGNITION AND SIMULATION SYSTEMS FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Gimaeva Alisa Rostislavovna, Pyrnova Olga Aleksandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
23853ap@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. The article analyzes modern systems for recognizing and simulating human emotions using artificial intelligence (AI). Definitions of key concepts such as artificial intelligence and emotional intelligence are given. The stages of processing emotional data in various systems are considered, and emotion imitation technologies are assessed. Based on the conducted research, prospects for further development of this area are formulated, including possible ways to optimize existing solutions.

Keywords: artificial intelligence, emotional intelligence, emotion recognition systems, emotional artificial intelligence, human emotions.

Искусственный интеллект (ИИ) за последние несколько лет стал неотъемлемой частью жизни современного общества, проникая в различные сферы человеческой деятельности. При этом развитие нейронных технологий продолжается, и возможности использования увеличиваются. Одним из перспективных направлений его развития является интеграция эмоционального

интеллекта – способности распознавать, интерпретировать и моделировать человеческие эмоции.

Современный искусственный интеллект – это свойство цифровых технологий выполнять функции и решать задачи, а также выполнять действия, которые может воспроизводить человеческий интеллект [1]. В настоящее время интеллект в ИИ пытаются сделать наиболее похожим на человеческий, в том числе и с помощью внедрения имитации и понимания эмоций.

Эмоциональный интеллект (ЭИ) является одной из важнейших частей человеческого сознания. С помощью ЭИ люди понимают свои и чужие чувства, мотивацию и намерения, что помогает взаимодействовать с другими людьми и решать сложные задачи. Поэтому внедрение аналогичных механизмов в ИИ способно увеличить значимость его применения в сферах социального взаимодействия с людьми, а именно в таких областях, как как образование, медицина, сервисные робототехнические системы и правоохранительная деятельность. Несмотря на то, что ИИ не обладает субъективным эмоциональным опытом, современные технологии позволяют ему анализировать эмоциональные проявления через мимику, речь и поведенческие паттерны. Для этого используются различные системы восприятия [2,3], которые представлены ниже.

1. Компьютерное зрение (CV). Одним из способов распознавания человеческих эмоций через мимику и язык тела является такая система как компьютерное зрение (CV) [1,4,5]. Данная система получает на вход визуальные данные (изображение или видео человека). Далее система, на основе анализа своей базы данных с использованием алгоритмов машинного обучения, сопоставляет полученные изображения с эталонными образцами, что позволяет классифицировать эмоции [6]. Однако данный метод подвержен погрешностям, связанным с неправильной детекцией ключевых признаков и, в следствии чего, формулирует неправильные выводы;

2. Автоматическое распознавание речи (ASR). Этот метод основан на анализе акустических характеристик голоса, включая тональность, темп и громкость речи [7]. В настоящее время ASR представляет собой одну из наиболее развитых технологий, широко внедренных во многие системы с простым искусственным интеллектом. Самые простые системы данной категории не распознают эмоции, в отличие от более современных версий. Принцип работы ASR-систем с функцией эмоционального анализа включает несколько этапов. На первом этапе система получает аудиозапись голоса пользователя, после чего, используя алгоритмы машинного обучения, сопоставляет полученные данные с имеющимися референсными образцами. В процессе обработки происходит не только преобразование речи в текст, но и оценка эмоциональной окраски высказывания на основе таких параметров, как интонационные паттерны, динамика изменения громкости и другие

просодические особенности;

3. Обработка естественного языка (NPL) [8]. Данная технология является улучшенной версией ASR. Как и предыдущая технология, NLP получает аудиозапись и преобразует его с помощью алгоритмов машинного обучения и сопоставляет его со своей базой данных в письменный текст. После преобразования, система выделяет лексические единицы и синтаксические структуры для соотнесения их с контекстом беседы. По результатам анализа, система выводит результаты анализа, а именно полученные эмоции человека. Ключевым преимуществом NLP является более высокая точность за счёт учета контекста и лингвистических особенностей [9, 10].

Параллельно с системами распознавания человеческих эмоций, в настоящее время активно развиваются технологии их имитации. Подобные системы могут помочь увеличить процент доверия людей к ИИ за счет воспроизведения человеческих характеристик. Однако процесс имитации эмоций существенно сложнее, чем их распознавание. Более того, без предварительного анализа и понимания эмоциональных состояний их достоверное воспроизведение невозможно. Рассмотрим основные существующие технологии имитации эмоций.

Наиболее простой реализацией имитации эмоций обладают современные технологии чат-ботов [11]. Данные системы используют описанные выше методы для распознавания эмоций у собеседника и, на основе полученного анализа, выражают соответствующий эмоциональный ответ. К сожалению, такие решения чаще всего имеют ограниченный и небольшое спектр эмоций, который задан заранее прописанными алгоритмами. Хотя подобные системы относительно просты в разработке, их главный недостаток заключается в неспособности к самостоятельному расширению базы данных на основе машинного обучения, что существенно ограничивает их адаптивные возможности.

Более совершенной технологией эмоционального моделирования является проект FaceDirector, разработанный компанией Disney. В основе этого решения используется нейросеть, обученная на обширной базе актерских дублей и кинематографических материалов. После глубокого анализа мимических паттернов данная система приобрела способность воспроизведения некоторых эмоции. В данный момент система значительно упрощает работу над фильмами благодаря возможности цифровой корректировки эмоций в уже отснятом материале за счет гибкого эмоционального спектра, заложенного в системе. Кроме того, данная разработка способна постепенно расширять свою базу за счет обучения на новых визуальных данных.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что искусственный интеллект за последнее время продвинулся далеко в своих возможностях и навыках.

Современные технологии позволяют ИИ достаточно точно распознавать человеческие эмоции через речь или внешний вид человека [12], особенно при объединении различных методов анализа. Данные решения полезны во многих сферах жизни общества. Так, например, в образовании данные системы помогают определить уровень внимательности у обучающихся; в научных исследованиях – проанализировать существующие сведения; в правоохранительных органах – распознать агрессии и предотвратить опасную ситуацию; в здравоохранении – для проверки ментального и эмоционального состояния человека. Однако, несмотря на успехи, в настоящее время данные технологии остаются недостаточно развитыми и требуют дальнейших исследований, так как способность ИИ реалистично воспроизводить эмоции открывает новые перспективы для взаимодействия человека и искусственного интеллекта.

Источники

1. Федосеева, О. В. К вопросу о создании и развитии эмоционального искусственного интеллекта / О. В. Федосеева // Россия: тенденции и перспективы развития: ежегодник: материалы XX Национальной научной конференции с международным участием. Вып. 16. Ч. 1. Москва: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2021. С. 674-676.

2. Щербаков М. Г. Эмоциональный интеллект как элемент системы искусственного интеллекта: этические и правовые вопросы // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Юридические науки. – 2022. – Т8 (74). – №3. – С.201-209.

3. Сайфудинова, Н. З. Психология в коммуникации между человеком и роботом / Н. З. Сайфудинова, О. А. Пырнова // Образование и право. – 2020. – № 4. – С. 317-319.

4. Нейросетевая система распознавания психоэмоционального состояния человека по выражению лица / А. С. Катасев, Д. В. Катасева, Ю. Н. Смирнов, В. А. Графский // Вестник Технологического университета. – 2024. – Т. 27, № 6. – С. 106-110.

5. Катасев, А. С. Сверточные нейросетеевые модели распознавания эмоций человека по фотографии / А. С. Катасев, З. Р. Ханова // Вестник Технологического университета. – 2023. – Т. 26, № 4. – С. 76-81.

6. Миненко, А. С. Система распознавания эмоционального состояния человека / А. С. Миненко, Т. В. Ванжа // Проблемы искусственного интеллекта. – 2020. – № 3(18). – С. 60-69.

7. Семенов, В. А. Эмоциональный искусственный интеллект / В. А. Семенов, М. М. Семенова, С. В. Игнатьева // Технологии разработки

информационных систем трис-2022: материалы конференции, Таганрог, 17–21 октября 2022 года. – Таганрог: Южный федеральный университет, 2022. – С. 124-130.

8. Шляпников, В. В. Искусственный интеллект: эмпатия и подотчетность / В. В. Шляпников // Общество. Среда. Развитие. – 2022. – № 3(64). – С. 100-103.

9. Карпенкова, Д. И. Классификация аудиозаписей речи человека по её эмоциональной окраске / Д. И. Карпенкова, А. С. Катасев // Моделирование энергоинформационных процессов: Сборник статей XII национальная научно-практическая конференция с международным участием, Воронеж, 26–28 декабря 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2024. – С. 111-115.

10. Карпенкова, Д. И. Применение нейросетевых моделей для распознавания эмоциональной окраски речи / Д. И. Карпенкова, А. С. Катасев // Электроника, фотоника и киберфизические системы. – 2023. – Т. 3, № 4. – С. 37-46.

11. Юсупова, Р. И. Исследование значимости чат-ботов для улучшения взаимодействия общества с медицинскими организациями / Р. И. Юсупова, Р. С. Зарипова // Тинчуринские чтения – 2024 «Энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции, Казань, 24–26 апреля 2024 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 144-147.

12. Нгуен Тхи Ань Туйет, Нгуен Тхи Тху, Хоанг Тхи Нгат, Зарипова Р.С. Модель распознавания эмоций для оценки уровня удовлетворенности обучающихся // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 240-244.

УДК 338.242

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ ИИ: ВЛИЯНИЕ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Гинатуллина Алия Фанисовна, Кашина Наталья Владимировна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
aliyag04@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена анализу влияния искусственного интеллекта (ИИ) на автоматизацию бизнес-процессов, рассматривая как возможности, которые открываются перед компаниями, так и вызовы и риски, связанные с внедрением таких технологий.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, оптимизация, экономические выгоды, бизнес-процессы, развитие.

AUTOMATION OF BUSINESS PROCESSES USING AI: IMPACT ON ECONOMIC EFFICIENCY

Ginatullina Aliya Fanisovna, Kashina Natalia Vladimirovna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
aliyag04@mail.ru

Abstract. This article analyzes the impact of artificial intelligence (AI) on the automation of business processes, considering both the opportunities that companies face, as well as the challenges and risks associated with the introduction of such technologies.

Keywords: Artificial intelligence, optimization, economic benefits, business processes, development.

Сегодня, в условиях быстро меняющейся деловой обстановки, компании постоянно ищут способы рационализации своих операций и повышения экономической эффективности. Одним из наиболее перспективных инструментов для достижения этих целей является автоматизация бизнес-процессов с помощью искусственного интеллекта (ИИ). ИИ позволяет вам автоматизировать рутинные задачи, анализировать большие объемы данных и предлагать персонализированные решения, которые значительно влияют на производительность и прибыльность вашего бизнеса. Внедрение искусственного интеллекта в различных отраслях уже продемонстрировало значительные результаты – от оптимизации производственных процессов до улучшения обслуживания клиентов. Однако для полного понимания потенциала ИИ в бизнесе необходимо продолжать изучать ее влияние на

экономическую эффективность компаний и рассматривать потенциальные преимущества и ограничения ее применения.

Одним из самых значительных преимуществ автоматизации с искусственным интеллектом является снижение операционных издержек. Искусственный интеллект способен выполнять рутинные задачи, такие как обработка данных, отчетность, управление документами и даже обслуживание клиентов с помощью чатов. Это позволяет компаниям сократить затраты на рабочую силу и перераспределить ресурсы на более стратегические задачи. Например, в финансовом секторе ИИ уже широко используется для автоматизации кредитного рейтинга, что значительно ускоряет принятие решений и снижает стоимость анализа приложений. В 2024 году Сбербанк внедрил на базе ИИ чат-бот для автоматизации обработки рутинных запросов клиентов. Этот робот ИИ может выполнять типичные задачи, такие как проверка баланса, трансферты между счетами, предоставление информации о ближайших банкоматах и блокирование карт. Благодаря этому банк смог автоматизировать более 70% звонков в контактный центр, что снизило нагрузку на операторов и позволило им сосредоточиться на более сложных, нестандартных запросах, таких как заявки на займы [1].

Кроме того, искусственный интеллект помогает повысить производительность с его способностью ускорить процессы и работать круглосуточно. В отличие от людей, системы ИИ не устают и могут обрабатывать большое количество данных за короткий период времени. Это особенно актуально в тех областях, где скорость принятия решений имеет решающее значение, таких как логистика и производство. Алгоритмы искусственного интеллекта могут оптимизировать маршруты доставки, прогнозировать сроки доставки и управлять запасами, позволяя компаниям сократить время простоя и снизить затраты.

Еще одним значимым аспектом является повышение качества принимаемых решений. Искусственный интеллект может обрабатывать огромные объемы данных (Big Data) и выявлять скрытые закономерности, которые могут быть недоступны для человеческого аналитика. Это позволяет компаниям более точно предсказывать рыночные тренды, спрос, риски и другие важные показатели. Например, в сфере розничной торговли ИИ применяется для прогнозирования потребительского спроса на товары, что помогает оптимизировать запасы и избежать как излишков, так и нехватки продукции.

Автоматизация с помощью ИИ также способствует улучшению клиентского опыта. Персонализация, основанная на анализе данных, позволяет компаниям предлагать клиентам именно те продукты или услуги, которые соответствуют их потребностям. Например, рекомендательные системы,

используемые в интернет-магазинах, анализируют поведение пользователей и предлагают товары, которые с высокой вероятностью их заинтересуют. Это не только повышает удовлетворенность клиентов, но и увеличивает продажи. Кроме того, ИИ-решения, такие как чат-боты и виртуальные ассистенты, позволяют автоматизировать обслуживание клиентов, снижая нагрузку на сотрудников и улучшая качество обслуживания.

Одним из ключевых преимуществ ИИ является снижение ошибок и повышение точности. Человеческий фактор, такой как усталость или невнимательность, может приводить к ошибкам, которые дорого обходятся компаниям. ИИ-системы, напротив, менее подвержены таким ошибкам и могут автоматически контролировать качество продукции или услуг. С 2020 года в компании «X5 Group», одной из ведущих розничных сетей России, внедрена система на основе искусственного интеллекта для оценки эффективности работы сотрудников в магазинах и распределительных центрах. Эта ИИ-система анализирует данные о рабочем времени и загруженности работников, что позволяет оптимально перераспределять задачи в часы пик. В результате удалось сократить очереди на кассах и снизить вероятность выгорания персонала, что положительно сказалось на уровне удовлетворенности и производительности труда [2].

Автоматизация с помощью ИИ также открывает новые возможности для инноваций и создания новых бизнес-моделей. Компании могут использовать ИИ для разработки инновационных продуктов и услуг, таких как умные устройства, персонализированные медицинские услуги или автономные транспортные системы. Кроме того, ИИ позволяет монетизировать данные, например, через продажу аналитических отчетов или прогнозов, что создает новые источники дохода.

Однако, наряду с преимуществами, внедрение ИИ-технологий сопряжено с рядом вызовов и рисков, которые могут существенно повлиять на успешность таких проектов. Эти вызовы требуют тщательного анализа, планирования и управления, чтобы минимизировать потенциальные негативные последствия Одним из ключевых вызовов является высокая стоимость внедрения ИИ-решений. Разработка и интеграция ИИ-систем требуют значительных финансовых вложений, включая затраты на программное обеспечение, оборудование, обучение персонала и адаптацию бизнес-процессов. Для многих компаний, особенно малого и среднего бизнеса, такие инвестиции могут быть непосильными, что ограничивает их возможности для внедрения передовых технологий. Кроме того, даже после внедрения ИИ-системы требуют постоянного обслуживания и обновления, что также связано с дополнительными расходами.

Еще одним серьезным вызовом является нехватка квалифицированных кадров. Для работы с ИИ необходимы специалисты, обладающие знаниями в области машинного обучения, анализа данных, программирования и других сложных дисциплин. Однако таких специалистов на рынке труда пока недостаточно, что создает конкуренцию за таланты и увеличивает затраты на их привлечение и удержание. Кроме того, даже при наличии квалифицированных кадров, компании сталкиваются с необходимостью постоянного обучения сотрудников, так как технологии ИИ быстро развиваются.

Еще одним риском является зависимость от технологий. Автоматизация бизнес-процессов с помощью ИИ может сделать компании уязвимыми к сбоям в работе систем или кибератакам. Например, если ИИ-система, управляющая ключевыми процессами, выйдет из строя, это может привести к значительным финансовым потерям и ухудшению репутации компании. Кроме того, злоумышленники могут использовать уязвимости в ИИ-системах для проведения кибератак, что создает дополнительные риски для безопасности данных.

Сопротивление сотрудников также может стать серьезным препятствием для успешного внедрения ИИ. Многие работники могут опасаться, что автоматизация приведет к сокращению рабочих мест или увеличению нагрузки. Это может вызвать сопротивление изменениям и снизить мотивацию сотрудников. Чтобы преодолеть это, компании должны активно вовлекать сотрудников в процесс внедрения ИИ, объяснять преимущества новых технологий и предоставлять возможности для переобучения и развития новых навыков.

Еще одним вызовом является сложность интеграции ИИ-систем с существующими бизнес-процессами. Многие компании используют устаревшие системы, которые не совместимы с современными ИИ-технологиями. Это требует значительных усилий по модернизации инфраструктуры и адаптации процессов, что может быть дорогостоящим и времязатратным. Кроме того, интеграция ИИ-систем может потребовать изменения организационной структуры и корпоративной культуры, что также представляет собой сложную задачу.

Наконец, непредсказуемость результатов использования ИИ может стать серьезным риском. ИИ-алгоритмы, особенно основанные на машинном обучении, могут давать непредсказуемые результаты, особенно если они обучены на некачественных или нерепрезентативных данных. Это может привести к принятию ошибочных решений, которые могут иметь серьезные последствия для бизнеса. Например, ИИ-система, используемая для

прогнозирования спроса, может дать неверный прогноз, что приведет к избыточным запасам или дефициту товаров. [3].

В заключение можно сказать, что автоматизация бизнес-процессов с помощью ИИ оказывает значительное влияние на экономическую эффективность компаний. Она позволяет снизить затраты, повысить производительность, улучшить качество решений и создать новые возможности для роста. Однако успешное внедрение ИИ требует тщательного планирования, инвестиций и учета потенциальных рисков. Компании, которые планируют внедрять ИИ-технологии, должны тщательно анализировать эти риски и разрабатывать стратегии для их минимизации. Это включает в себя инвестиции в обучение сотрудников, обеспечение безопасности данных, соблюдение этических и правовых норм, а также активное управление изменениями. Только в этом случае компании смогут полностью реализовать потенциал ИИ и добиться значительного повышения экономической эффективности.

Источники

1. 10 крутых способов применения ИИ в бизнес-процессах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://vc.ru/marketing/1655455-10-krutyh-sposobov-primeneniya-ii-v-biznes-processah (дата обращения 11.03.2024).

2. Как нейросети и высокие технологии применяются в ритейле уже сейчас. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.x5.ru/ru/publication/kak-nejroseti-i-vysokie-tehnologii-primenyayutsya-v-retejle-uzhe-sejchas/ (дата обращения 18.03.2024).

3. Практика применения и проблемы внедрения искусственного интеллекта в бизнес-процессы компании. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://1economic.ru/lib/122388 (дата обращения 18.03.2024).

УДК 373. 21

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАБОТЕ ПЕДАГОГОВ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Гордеева Вероника Викторовна, Мустафаева Полина Энверовна
Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия
b.veronika1982@mail.ru, polia.mustafaeva@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос использования технологии искусственного интеллекта в работе педагогов дошкольных образовательных организаций. Описываются направления работы воспитателей в данной области и специфика организации образовательного процесса на основе использования искусственного интеллекта. В статье подчеркивается важность использования данной технологии в рамках реализации ФГОС ДО и ФОП ДО.

Ключевые слова: педагог, искусственный интеллект, дети дошкольного возраста, дошкольная образовательная организация.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY IN THE WORK OF PRESCHOOL TEACHERS

Gordeeva Veronika Viktorovna, Mustafayeva Polina Enverovna
Penza State University, Penza, Russia
b.veronika1982@mail.ru, polia.mustafaeva@yandex.ru

Abstract. The article discusses the use of artificial intelligence technology in the work of teachers of preschool educational institutions. The directions of the educators' work in this field are described and the specifics of the organization of the educational process based on the use of artificial intelligence are revealed. The article highlights the importance of using this technology in the framework of the implementation of the Federal State Educational Standard DO and the Federal Tax Service DO.

Keywords: teacher, artificial intelligence, preschool children, preschool educational organization.

Дошкольное образование является одним из самых важных этапов в развитии ребенка. Именно в этот временной период формируются его базовые навыки, мировосприятие и личностные качества. Современный мир является информационно насыщенным, дошкольники живут в эпоху цифровизации. Именно поэтому в данный момент времени существует множество средств,

методов и технологий, которые открывают новые возможности для организации образовательного процесса в дошкольных образовательных организациях (ДОО).

Развитие инноваций является одним из ключевых направлений работы ДОО в настоящее время. Федеральный государственный образовательный стандарт и Федеральная образовательная программа дошкольного образования (ФГОС ДО и ФОП ДО) определяют общие тенденции в осуществлении инновационной деятельности: учет этнокультурной ситуации, вариативность и индивидуализация деятельности [1].

Использование современных инновационных технологий в образовательном процессе ДОО обеспечивает более быстрое и качественное развитие детей, за счет повышения интереса к выполняемой деятельности. Одной из новейших инновационных технологий, которую можно применять в образовании в настоящее время является искусственный интеллект.

Искусственный интеллект – это метод, позволяющий компьютерам выполнять задачи, наравне с людьми, например, понимать речь или принимать определенное решение. Он позволяет обрабатывать и анализировать информацию, создавать на ее основе совершенно новое [2].

В настоящее время данный вид технологии стал реальным помощником педагогов дошкольных образовательных организаций, так как позволил существенно облегчить организацию педагогической деятельности. Рассмотрим направления работы педагогов ДОО в данной области.

Одним из ключевых направлений является построение персонализированного обучения в среде дошкольников. Данный процесс обучения строится на идее о том, что все дошкольники разные, не бывает двух одинаковых детей – каждый ребенок имеет индивидуальный темп развития, проявляет свои знания и умения по-разному. В связи с этим педагог должен определить индивидуальный образовательный маршрут, который будет учитывать не только возрастные и физиологические потребности каждого ребенка, но и его познавательные интересы.

Технология искусственного интеллекта может проанализировать данные о каждом ребенке, включая уровень его развития и образовательные потребности. Воспитателю необходимо лишь загрузить необходимую информацию и сформулировать запрос. На основе полученных данных педагог наглядно увидит, какая у каждого ребенка сфера интересов. После этого он может определить и создать индивидуальный план работы, включающий в себя задания уровня той сложности, которые доступны конкретному ребенку и будут повышать его познавательные интересы, а также мотивацию к выполнению деятельности.

Система искусственного интеллекта автоматически адаптирует уровень сложности заданий в зависимости от развития каждого дошкольника, чтобы образовательный процесс был для него комфортным, а обучение проходило в необходимом для него темпе. Это позволяет педагогам уделять больше внимания воспитанникам и обеспечивать более эффективный процесс обучения в дошкольной образовательной организации.

Кроме того, с помощью технологии искусственного интеллекта можно автоматизировать процесс мониторинга. Соответствующие программы позволяют отслеживать индивидуальные достижения детей и определять направления работы, требующие дополнительного внимания. Это позволяет своевременно проводить коррекционную деятельность и обеспечивает разностороннее развитие каждого дошкольника.

Одним из преимуществ использования искусственного интеллекта в работе педагогов ДОО является возможность его применения во время проведения с детьми организованной образовательной деятельности. При проведении занятия по любой из пяти образовательных областей педагог может воспроизвести наглядно различную ситуацию. Например, при изучении темы «Времена года» в области «Познавательное развитие», задав соответствующий вопрос искусственному интеллекту, воспитатель может показать детям интерактивную модель смены сезонов с анимацией природных явлений, звуков и характерных признаков каждого времени года [3].

В области «Социально-коммуникативное развитие» технология искусственного интеллекта способна смоделировать различные социальные ситуации, например, правила поведения в общественном транспорте или алгоритм действий при пожаре, в ходе которых создаются виртуальные персонажи, с которыми могут взаимодействовать дети.

Кроме того воспитатель с помощью искусственного интеллекта может создать разнообразные интерактивные игры по теме проводимых занятий. Например, это может быть «Путешествие в Волшебную страну математики», где ребят встретит «Королева чисел» и раскроет несколько тайн о них.

Одним из самых интересных применений данной технологии в образовательном процессе ДОО является создание героев сказок, которые придуманы детьми. В ходе подобной образовательной деятельности воспитатель просит детей придумать персонажей сказки, словесно описать их и придумать сюжет. Искусственный интеллект при этом создает реальные иллюстрации по описанию и структурирует содержание сказки. Такой способ позволяет сделать процесс обучения увлекательным и интересным, способствует формированию у дошкольников критического мышления. Это особенно полезно для детей с нарушениями восприятия и внимания.

Использовать технологию искусственного интеллекта можно не только в работе с детьми, но и с их родителями. Зачастую педагоги ДОО сталкиваются с нехваткой времени на взаимодействие с каждой семьей. Искусственный интеллект в виде голосового помощника или бота может отвечать на любой вопрос родителей, предлагать рекомендации по построению процесса воспитания ребенка в условиях семьи, напоминать о важных событиях в жизни детского сада – родительских собраниях, праздниках и различных мероприятиях. Так, например, мобильное приложение, в котором педагог общается с родителями на ежедневной основе, может отправлять им в определенное время отчет о том, какие занятия сегодня проходили в группе, какие успехи сделал их ребенок.

Таким образом, использование технологии искусственного интеллекта открывает огромные возможности для педагогов ДОО. Она является незаменимым помощником в организации образовательного процесса с детьми. Грамотное и постепенное внедрение данной технологии способствует развитию у дошкольников познавательной активности, повышению мотивации к деятельности, формированию коммуникативных навыков и критического мышления. Использование данной современной технологии позволяет педагогу сфокусироваться на главном – развитии воспитанников и создании благоприятной образовательной среды.

Источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт дошкольного образования: утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 17 октября 2023 года [Электронный ресурс]. https://fgos.ru/fgos/fgos-do/ (дата обращения 25.03.2025).

2. Евсеенко С.М. Этапы развития технологий искусственного интеллекта и уточнение терминологии // Инновации. 2021. № 4. С. 39–48.

3. Шиян О.А. Современный детский сад. Каким он должен быть? М.: МОЗАИКА-СИНТЕЗ, 2019. 280 с.

УДК 378.09

ОТНОШЕНИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВУЗОВ К ПОТЕНЦИАЛУ ИИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ

Грицай Людмила Александровна
ФГБОУ ВО «ЯГПУ им. К.Д. Ушинского», г. Ярославль, Россия
usan82@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается уровень готовности преподавателей вузов к использованию технологий искусственного интеллекта (ИИ) в образовательном процессе, выявляются основные барьеры и перспективы их внедрения. Исследование демонстрирует наличие интереса к ИИ среди младшей возрастной группы, однако практическое применение остается ограниченным из-за нехватки ресурсов, методической поддержки и нормативных регламентов. Предложены рекомендации по интеграции ИИ в систему высшего образования.

Ключевые слова: искусственный интеллект, высшее образование, цифровая трансформация, готовность преподавателей.

THE ATTITUDE OF UNIVERSITY TEACHERS TO THE POTENTIAL OF AI FOR LEARNING

Gritsai Lyudmila Alexandrovna
K.D. Ushinsky YAGPU, Yaroslavl, Russia
usan82@gmail.com

Abstract. The article examines the level of readiness of university teachers to use artificial intelligence (AI) technologies in the educational process, identifies the main barriers and prospects for their implementation. The study demonstrates the interest in AI among the younger age group, however, practical application remains limited due to lack of resources, methodological support and regulatory regulations. Recommendations on the integration of AI into the higher education system are proposed.

Keywords: artificial intelligence, higher education, digital transformation, teacher readiness.

Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) всё активнее внедряются в систему высшего образования, предлагая значительные перспективы для повышения эффективности образовательного процесса, однако уровень их интеграции во многом зависит от готовности преподавателей использовать данные технологии, исходя из этого актуальность данной темы обусловлена необходимостью обеспечения высокого качества образования в условиях стремительной цифровой трансформации и изменяющихся требований к профессиональной деятельности педагогов.

Исследования показывают, что преподаватели вузов демонстрируют разный уровень готовности к использованию ИИ в образовательном процессе, что обусловлено не только возрастными и профессиональными различиями, но и методологическими аспектами восприятия цифровых технологий, например, А.В. Анненкова подчёркивает, что ИИ способен значительно повысить качество преподавания за счёт персонализированной адаптации учебных программ под уровень подготовки студентов, что, в свою очередь, способствует формированию их мотивации и познавательной активности [1, с. 32]. В то же время, несмотря на очевидные преимущества, связанные с автоматизацией административных процессов и персонализацией обучения, часть преподавателей выражает обеспокоенность относительно рисков утраты традиционных педагогических ценностей, связанных с непосредственным взаимодействием между педагогом и студентом [2, с. 21].

Существующие исследования, например, работа Ж. Хунгбона, свидетельствуют о том, что ИИ обладает потенциалом расширения доступа к образованию, особенно в странах с ограниченными ресурсами, однако его внедрение требует методологической подготовки преподавателей к использованию интеллектуальных систем в образовательном процессе [5, с. 15], подобные выводы подтверждаются и в исследованиях Г. Демомбайна, который акцентирует внимание на роли ИИ в индивидуальном репетиторстве и разработке учебных материалов [4, с. 47].

Однако важным аспектом, ограничивающим распространение ИИ в вузах, остаётся проблема недостаточной подготовленности преподавателей к использованию технологий, что обусловлено как дефицитом специализированных образовательных программ, так и отсутствием регламентированных стандартов применения ИИ в преподавательской деятельности, например, в исследовании П.В. Сысоева отмечается, что подавляющее большинство преподавателей не обладает системными представлениями об использовании ИИ и воспринимает данные технологии фрагментарно, в зависимости от специфики преподаваемых дисциплин [3, с. 98].

Таким образом, несмотря на значительный потенциал искусственного интеллекта в образовательной среде, его внедрение сопряжено с рядом вызовов, включая необходимость методической подготовки преподавателей, разработку этических норм использования технологий ИИ, а также формирование культуры цифрового взаимодействия, поэтому для эффективной интеграции интеллектуальных технологий в высшее образование требуется системный подход, включающий пересмотр учебных программ, создание образовательных модулей для преподавателей и разработку регламентов, обеспечивающих баланс между технологическими инновациями и традиционными ценностями высшего образования.

Результаты проведённого в июне 2024 года анонимного анкетного опроса среди студентов Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина подтвердили активное использование технологий ИИ в образовательной деятельности, при этом 84% из 50 опрошенных студентов заявили о регулярном применении данных инструментов, причём наиболее востребованным сервисом оказался GPT, которым пользуются 74% респондентов, основными задачами, для которых применяется ИИ, стали подготовка докладов (44%), рефератов (26%) и эссе (12%), при этом 54% студентов доверяют ИИ подготовку материалов, подлежащих последующей проверке преподавателями.

Опрос 100 преподавателей из восьми регионов России выявил различия в отношении к ИИ в зависимости от возрастной группы: старшие преподаватели (56–75 лет) демонстрируют наименьшую готовность к использованию ИИ (76% не готовы к его применению) из-за нехватки технических знаний и ограниченного доступа к русскоязычным ресурсам; средняя возрастная группа (41–55 лет) проявляет настороженность (45% рассматривают возможность изучения, но пока не применяют ИИ); младшие преподаватели (24–40 лет) проявляют наибольшую заинтересованность (62% готовы изучать и применять технологии ИИ, но лишь 18% имеют минимальный опыт работы с ними).

Несмотря на выявленный интерес, 88% преподавателей не имеют практического опыта использования ИИ, а среди тех, кто пробовал интегрировать технологии в свою деятельность, 12% ограничились их применением для подготовки домашних заданий; в отношении перспектив ИИ 52% респондентов настроены настороженно, 34% оценивают технологии нейтрально, а 14% видят в них инструмент для повышения качества образования, основными барьерами для внедрения ИИ стали нехватка русскоязычных ресурсов (63%), санкционные ограничения (17%) и недостаток методической поддержки (20%).

Таким образом, преподавательское сообщество в настоящее время испытывает трудности с интеграцией технологий ИИ в образовательный процесс, что обусловлено как отсутствием специализированных образовательных программ, так и недостатком регламентированных стандартов их использования.

Следовательно, результаты исследования демонстрируют, что готовность преподавательского состава вузов к применению технологий искусственного интеллекта (ИИ) в образовательной деятельности остается на низком уровне, несмотря на выраженный интерес, особенно среди младшей возрастной группы, тем не менее практическое использование ИИ существенно затруднено из-за нехватки специализированных ресурсов, недостатка методической поддержки и нормативно-правовой базы. Выявленный разрыв между теоретической заинтересованностью в ИИ и его реальным применением подчеркивает необходимость целенаправленных мер, направленных на преодоление существующих барьеров.

Преподаватели младшей возрастной группы (24–40 лет) проявляют наибольшую заинтересованность в использовании ИИ, однако интеграция технологий в их профессиональную деятельность ограничена; средняя возрастная группа (41–55 лет) рассматривает ИИ как перспективный, но сложный для внедрения инструмент, в то время как старшая возрастная группа (56–75 лет) в большинстве своем испытывает трудности в освоении технологий ИИ, что объясняется нехваткой знаний и навыков. Существенным препятствием становится недостаток русскоязычных платформ и санкционные ограничения, осложняющие доступ к зарубежным инструментам.

Отсутствие методических материалов и программ повышения квалификации приводит к формированию настороженного отношения преподавателей к ИИ, поскольку они опасаются возможных ошибок технологий, правовых рисков и потери контроля над учебным процессом, следовательно, для успешной интеграции ИИ в образовательную среду требуется разработка отечественных инструментов, создание нормативно-правовой базы и реализация программ повышения квалификации преподавателей. Комплексный подход к решению этих проблем обеспечит эффективное применение ИИ в образовательном процессе, повысит качество обучения и создаст условия для цифровой трансформации высшего образования.

Источники

1. Анненкова А.В. ИИ: некоторые особенности внедрения в систему образования в условиях цифровизации общества и экономики // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. №9 (135). URL: https://research-journal.org/archive/9-135-2023 (дата обращения: 11.03.2025).

2. Гаврилова Ю.В., Моторина И. Е., Павлова Т. Е. Социальные ожидания внедрения технологий искусственного интеллекта в образовании (на материалах анкетного опроса студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана) // Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2022. №1. С. 20-25.

3. Сысоев П.В. Искусственный интеллект в образовании: осведомлённость, готовность и практика применения преподавателями высшей школы технологий искусственного интеллекта в профессиональной деятельности // Высшее образование в России. 2023. Т. 32, № 10. С. 9-33.

4. Demonbine G. Will Artificial Intelligence Change the Course for Human Development? URL: https://blogs.worldbank.org/en/investinpeople/will-artificial-intelligence-change-course-human-development) (дата обращения 10.03.2025)

5. Hungbonon J. The role of artificial intelligence in supporting development in emerging markets. URL: https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/ (дата обращения 10.03.2025).

УДК 621-313.3

ИИ-СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОСЛЕ ДТП

Гумеров Марат Ильдарович, Фатихова Лариса Энгельсовна
Набережночелнинский институт КФУ, г. Набережные Челны, Россия
Marat.gumerov.0404@mail.ru

Аннотация. В статье предложено исследование внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в анализ повреждений после дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и его влияние на автомобильную индустрию. Анализируется влияние технологий искусственного интеллекта, в частности, алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей, на трансформацию традиционных процессов, включая автоматизацию рутинных задач, таких как определение и оценка повреждений транспортных средств. Статья акцентирует внимание на этапах обучения ИИ, включая сбор, аннотирование и сегментацию данных, что позволяет моделям эффективно распознавать и классифицировать повреждения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, дорожно-транспортные происшествия, автоматизация, анализ повреждений.

AI SYSTEMS FOR POST-ACCIDENT DAMAGE ANALYSIS

Gumerov Marat Ildarovich, Fatikhova Larisa Engelsovna
Naberezhnye Chelny Institute of KFU, Naberezhnye Chelny, Russia
Marat.gumerov.0404@mail.ru

Abstract: This paper proposes to investigate the implementation of artificial intelligence (AI) in damage analysis after road traffic accidents (RTA) and its impact on the automotive industry. It analyzes the impact of AI technologies, in particular machine learning algorithms and neural networks, on the transformation of traditional processes, including the automation of routine tasks such as identifying and assessing vehicle damage. The paper focuses on the stages of AI training, including data collection, annotation, and segmentation, which allows models to effectively recognize and classify damage.

Keywords: artificial intelligence, road traffic accidents, automation, damage analysis.

Искусственный интеллект стремительно проникает во все области нашей жизни, и автомобильный бизнес не стал исключением. Технологии ИИ уже меняют привычные процессы, например, заменяя операторов колл-центров при записи на обслуживание. Это не только снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, но и уменьшает затраты на оплату труда. В современном мире, где время – самый ценный ресурс, нейросети,

экономящие его, находят широкое применение в автоиндустрии. ИИ активно используется и в других областях, например, для оперативного и эффективного урегулирования последствий дорожно-транспортных происшествий в режиме реального времени.

Благодаря своей способности обрабатывать колоссальные массивы информации, нейросети открывают новые возможности для анализа данных, которые были недоступны для человека. Используя алгоритмы машинного обучения, искусственный интеллект выявляет взаимосвязи и закономерности в данных о дорожных происшествиях, например, определяет наиболее аварийные участки дорог или типичные факторы, способствующие ДТП. Это позволяет принимать более эффективные меры для снижения аварийности и улучшения дорожной инфраструктуры. Кроме того, ИИ может анализировать данные в реальном времени, включая погоду, интенсивность движения и поведение водителей, чтобы прогнозировать риски и предупреждать водителей о потенциальных опасностях на дороге.

Искусственный интеллект (ИИ) помогает восстанавливать картину дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Алгоритмы машинного обучения позволяют воссоздавать различные варианты аварий, что помогает точно определить их причины и последствия. Эта информация критически важна для судебных разбирательств и страховых выплат, где точность реконструкции играет ключевую роль.[1]

Анализ ДТП включает в себя прямой осмотр места происшествия, ручной сбор информации и показаний очевидцев.

Этот процесс был трудоемким и мог растянуться на недели, особенно при сложных обстоятельствах или большом количестве участников. Неточности в сборе данных, субъективность показаний свидетелей и ограниченные возможности человека в обработке больших объемов информации приводили к искажению результатов. Традиционные методы, полагаясь в основном на визуальный осмотр, не могли учитывать все факторы, что снижало точность восстановления картины происшествия.

Ситуация изменилась с появлением нейросетей, которые начали применяться в этой области с 2010 года. Исследование 2017 года продемонстрировало, что алгоритмы машинного обучения способны анализировать данные о ДТП в десять раз быстрее, чем эксперты, и, используя объективные данные (видео, телеметрия), минимизировать человеческие ошибки и предвзятость. Это позволило значительно повысить точность реконструкции аварий, снизив погрешность до 5%, в то время как традиционные методы давали погрешность в 15-20%.[2]

Кроме того, искусственный интеллект способен уменьшить число дорожных аварий на 30% благодаря эффективному анализу ситуации и

быстрому реагированию на изменения в дорожных условиях. Также применение нейросетей в аналитических процессах повышает объективность исследований, исключая человеческую предвзятость, что имеет особое значение в правовом контексте оценки инцидентов.

Искусственный интеллект (ИИ) революционизирует процесс оценки повреждений автомобилей. Благодаря передовым технологиям и алгоритмам, ИИ способен автоматизировать рутинные задачи, которые раньше выполнялись вручную. Он может:

- Определять повреждения: ИИ анализирует изображения и видео, чтобы выявить поврежденные детали автомобиля;
- Оценивать степень повреждения: ИИ определяет, насколько серьезны повреждения;
- Предсказывать ремонт: ИИ предлагает типы необходимых ремонтных работ;
- Рассчитывать стоимость: ИИ оценивает общую стоимость ремонта.

Эти возможности достигаются за счет обучения моделей машинного обучения на размеченных изображениях и видео. ИИ извлекает и анализирует информацию, что позволяет ускорить процесс оценки повреждений и повысить его точность. При этом учитываются различные факторы, такие как дорожные условия, погода, освещение, скорость, тип и серьезность аварии, а также дорожный трафик.

Для обучения ИИ-моделей, способных распознавать и оценивать повреждения автомобилей, необходимы высококачественные данные. Этот процесс включает в себя три основных этапа: сбор данных, аннотирование данных и сегментация данных.

1. Сбор данных: Основа для обучения

Эффективность моделей машинного обучения напрямую зависит от объема и разнообразия обучающих данных. Чем больше изображений и видео, полученных из различных источников, тем лучше будет работать модель.

2. Аннотирование данных: Разметка для понимания

После сбора данных необходимо подготовить их для обучения ИИ. Это включает в себя аннотирование, то есть разметку изображений и видео для указания объектов и сценариев, связанных с повреждениями. Специалисты по аннотированию данных размещают тысячи изображений и видео, которые затем будут использоваться для обучения моделей.

Аннотаторы могут отмечать различные типы повреждений на внешних и внутренних частях автомобиля, включая: вмятины, трещины, бамперы, крылья, боковые панели, двери, капоты, двигатели, сиденья, багажники и т.д.

3. Сегментация данных: Классификация и анализ

После аннотирования данные сегментируются, то есть классифицируются и анализируются для дальнейшего обучения модели. Это позволяет модели различать различные типы повреждений и их степень.

Примеры сегментаций:

- Сторона повреждения: передняя, задняя, задняя
- Степень повреждения: незначительная, средняя, тяжелая.
- Классификация повреждений: вмятина на бампере, вмятина на двери, осколки стекла, сломанная фара, царапина, удар, и т. д.[3]

Некоторые плюсы использования ИИ-систем для анализа повреждений после ДТП:

- Автоматизация сбора данных. С помощью дронов, видеокамер и датчиков ИИ собирает информацию в режиме реального времени, что ускоряет процесс и обеспечивает более полное и точное представление о происшествии.
- Анализ больших объёмов данных. Нейросети способны обрабатывать огромные объёмы информации, что ранее было невозможно вручную.
- Обнаружение закономерностей. Системы ИИ могут обнаруживать частые места аварий или типичные условия, при которых они происходят. Это позволяет более эффективно предотвращать будущие ДТП и улучшать дорожные условия.
- Реконструкция аварий. С помощью алгоритмов машинного обучения можно моделировать различные сценарии автокатастроф, предоставляя более точное понимание их причин и последствий.

Некоторые минусы использования ИИ-систем для анализа повреждений после ДТП:

- Угроза сохранности персональной информации. Сбор и анализ данных через ИИ могут угрожать сохранности персональной информации, поэтому необходимы строгие меры по защите данных.
- Сложность понимания результатов. Результаты, полученные с помощью ИИ, могут быть сложны для понимания без специализированных знаний представителей судебных и правоохранительных органов.
- Чрезмерная зависимость от ИИ. Это может привести к игнорированию опыта и интуиции специалистов в криминалистике и транспортной экспертизе, которые также важны в экспертизе происшествий.

Внедрение искусственного интеллекта в анализ повреждений после дорожно-транспортных происшествий представляет собой значительный шаг вперед для автомобильной индустрии и системы безопасности на дорогах. Технологии ИИ, способные обрабатывать и анализировать огромные объемы данных, не только ускоряют процесс оценки ущерба, но и значительно повышают его точность. Автоматизация рутинных задач, таких как определение и оценка повреждений, позволяет снизить влияние человеческого фактора и

минимизировать ошибки, что особенно важно в контексте судебных разбирательств и страховых выплат.

Кроме того, использование ИИ для анализа дорожной ситуации и прогнозирования рисков способствует снижению числа аварий и повышению безопасности на дорогах. Применение алгоритмов машинного обучения и нейросетей открывает новые горизонты для улучшения дорожной инфраструктуры и повышения качества обслуживания водителей. В конечном итоге, технологии ИИ не только оптимизируют процессы, но и делают дороги более безопасными, что является важной целью для общества в целом.

Источники

1. Р. В. Душкин Искусственный интеллект / Р. В. Душкин. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 12 (250). – С. 212-216. – URL: https://d.llii.co/books/iskusstvenny_intellekt_dushkin.pdf (дата обращения: 22.03.2025).

2. Сайт https://news.rambler.ru/tech/ – российский новостной агрегатор, выделенный в отдельный проект в составе портала Рамблер в 2002 году. Рамблер/новости агрегируют новости, статьи, фото- и видеорепортажи русскоязычных СМИ, а также публикуют материалы от собственной редакции из девяти человек. (дата обращения: 22.03.2025).

3. Сайт https://ru.shaip.com – сайт, где выкладываются тематические исследования, одностраничные программы и образцы наборов данных по ИИ (дата обращения: 22.03.2025).

УДК 004.9

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Гурбанова Гулширин Джумадурдыевна, Реджепов Санджар Ровшенович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
crystalinbox20@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные технологии искусственного интеллекта, их теоретические основы, методы реализации и перспективы применения в различных отраслях. Особое внимание уделяется сравнительному анализу алгоритмов машинного обучения, глубокого обучения и экспертных систем, а также вопросам безопасности и этики при интеграции ИИ в цифровые экосистемы. Разбираются как классические подходы, так и инновационные методы, направленные на повышение эффективности и интерпретируемости принимаемых решений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, глубокое обучение, экспертные системы, цифровая экосистема.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES: CONTEMPORARY APPROACHES AND FUTURE PERSPECTIVES

Gurbanova Gulshirin Jumadurdyyevna, Rejepov Sanjar Rovshenovic
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
crystalinbox20@gmail.com

Abstract. This article explores contemporary artificial intelligence technologies, including their theoretical foundations, implementation methods, and future applications across various industries. It provides a comparative analysis of machine learning, deep learning, and expert systems, while addressing security and ethical issues associated with AI integration into digital ecosystems. Both traditional approaches and innovative methods aimed at improving decision-making efficiency and interpretability are discussed.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, deep learning, expert systems, digital ecosystem.

Искусственный интеллект (ИИ) за последние десятилетия превратился в один из ключевых драйверов цифровой трансформации. Современные ИИ-технологии находят широкое применение – от оптимизации производственных процессов до поддержки принятия решений в медицине, финансах и образовании. Цель данной статьи – предоставить комплексный обзор теоретических основ, современных подходов и практических кейсов применения ИИ, а также осветить актуальные проблемы и перспективы развития данной области. Развитие ИИ

базируется на междисциплинарных исследованиях в области математики, статистики, теории вероятностей и логики. Классические алгоритмы, такие как экспертные системы и методы логической регрессии, постепенно уступают место более сложным моделям глубокого обучения. Современные нейронные сети и алгоритмы оптимизации позволяют обрабатывать и анализировать большие объёмы данных, выявляя сложные зависимости и закономерности. Такой подход обеспечивает возможность создания систем, способных самостоятельно обучаться и адаптироваться к изменяющимся условиям. Современная практика внедрения ИИ основывается на нескольких ключевых направлениях:

Машинное обучение. Основой данного направления является использование статистических методов для анализа данных и построения прогностических моделей. Алгоритмы классификации, регрессии и кластеризации позволяют решать задачи распознавания образов, сегментации данных и прогнозирования трендов. Особое внимание уделяется ансамблевым методам, которые комбинируют несколько моделей для повышения точности предсказаний [1].

Глубокое обучение. Благодаря многоуровневым нейронным сетям, глубокое обучение способно эффективно работать с многомерными данными, такими как изображения, аудио и текст. Современные архитектуры, например, свёрточные (CNN) и рекуррентные (RNN) нейронные сети, демонстрируют выдающиеся результаты в задачах компьютерного зрения, обработки естественного языка и анализа временных рядов.

Экспертные системы. Несмотря на развитие более сложных моделей, экспертные системы продолжают использоваться в специфических областях, где важна интерпретируемость результатов и возможность интеграции экспертного знания. Такие системы применяются в диагностике, управлении качеством и принятии оперативных решений.

Интеграция с цифровыми экосистемами. Современные информационные системы требуют интеграции ИИ-технологий для создания комплексных решений. Объединение цифровых двойников, больших данных и ИИ позволяет формировать адаптивные системы управления, способные оперативно реагировать на изменения внешней среды и оптимизировать бизнес-процессы.

Искусственный интеллект уже сегодня становится неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Он помогает нам в решении рутинных задач, улучшает качество медицинского обслуживания, а также расширяет границы творчества. AI не заменяет человека, а скорее дополняет его, открывая новые возможности для самовыражения и профессионального роста [2].

Ниже представлена таблица, в которой приведены основные сферы применения ИИ, их преимущества и потенциальные риски:

Как видно из таблицы, ИИ оказывает влияние на разные сферы жизни. Несмотря на свои преимущества, внедрение таких технологий требует

внимательного отношения к вопросам безопасности, прозрачности и этики. Только при разумном подходе можно использовать ИИ для улучшения качества жизни, не забывая о человеческих ценностях и индивидуальности.

Таблица 1. Основные сферы применения ИИ

Сфера	Применение ИИ	Преимущества	Риски
Здравоохранение	Диагностика заболеваний, персонализированное лечение	Повышение точности, снижение времени диагностики	Ошибки в алгоритмах, проблемы с этикой
Образование	Персонализированные обучающие системы	Индивидуальный подход, повышение мотивации	Зависимость от технологий, проблемы приватности
Бизнес	Автоматизация процессов, прогнозирование спроса	Снижение затрат, повышение эффективности	Потеря рабочих мест, неверные прогнозы
Творчество	Генерация музыки, текстов, изображений	Расширение творческих возможностей, вдохновение	Снижение уникальности, вопросы авторства

Несмотря на значительные успехи, современные ИИ-системы сталкиваются с рядом вызовов:

Безопасность данных. Масштабные системы обработки информации требуют надежных методов защиты данных от несанкционированного доступа и кибератак.

Этические аспекты. Автоматизация принятия решений, особенно в критически важных сферах, поднимает вопросы ответственности и справедливости. Необходимы разработка стандартов и норм, регулирующих применение ИИ.

Объяснимость моделей. Современные модели глубокого обучения часто выступают в роли «черных ящиков», что затрудняет интерпретацию их решений и уменьшает доверие пользователей.

Интеграция в цифровые экосистемы. Успешное внедрение ИИ требует создания гибких и масштабируемых инфраструктур, способных объединять разнородные данные и обеспечивать оперативное принятие решений [3].

Перспективы развития ИИ связаны с созданием гибридных моделей, объединяющих преимущества классических методов и глубокого обучения, а также с усилением внимания к вопросам безопасности и этики. Будущие исследования в данной области будут направлены на повышение интерпретируемости алгоритмов и создание более устойчивых систем. Технологии искусственного интеллекта являются одним из ключевых инструментов современной цифровой трансформации. Развитие ИИ открывает новые возможности для оптимизации бизнес-процессов, повышения качества услуг и создания инновационных решений в различных отраслях. Однако для полного раскрытия потенциала ИИ необходимо решать вопросы безопасности,

этики и интерпретируемости моделей. Интеграция ИИ в цифровые экосистемы позволит создать более адаптивные и эффективные системы управления, способные отвечать на вызовы современного мира.

Также важно учитывать влияние ИИ на рынок труда. Автоматизация многих процессов может привести к сокращению рабочих мест, что требует адаптации образовательных систем и переподготовки специалистов. Вместе с тем, появятся новые профессии, связанные с разработкой, тестированием и контролем алгоритмов ИИ. Таким образом, баланс между автоматизацией и созданием новых рабочих мест станет важным аспектом будущего развития технологий. Кроме того, остается вопрос регулирования и этики применения ИИ. Использование интеллектуальных систем в медицине, юриспруденции и финансах требует прозрачности и ответственности. Страны уже разрабатывают законодательные инициативы, направленные на контроль использования ИИ и предотвращение потенциальных злоупотреблений [4].

В перспективе можно ожидать дальнейшей интеграции ИИ в повседневную жизнь, что повысит уровень удобства, но одновременно потребует усиленного внимания к вопросам приватности и безопасности данных. Чтобы технологии ИИ приносили максимальную пользу обществу, необходим комплексный подход, включающий научные исследования, государственное регулирование и активное участие общества в обсуждении будущего цифрового мира. Кроме того, стоит учитывать влияние ИИ на творческую сферу. Уже сегодня алгоритмы способны создавать музыку, писать тексты и даже генерировать художественные произведения. Однако главный вопрос заключается в том, сможет ли искусственный интеллект полностью заменить человека в этих областях или останется мощным инструментом для помощи и расширения человеческих возможностей. Еще одним важным аспектом является развитие искусственного интеллекта с точки зрения энергоэффективности. Современные модели требуют огромных вычислительных ресурсов, что приводит к высокому энергопотреблению. Разработка новых алгоритмов, снижающих потребность в вычислениях без потери качества работы, станет одним из приоритетных направлений исследований. Таким образом, будущее ИИ представляется многоаспектным и сложным.

Только совместными усилиями ученых, разработчиков, правительства и общества можно будет создать безопасные, эффективные и полезные технологии, которые действительно улучшат качество жизни людей, сохраняя при этом баланс между инновациями и этическими принципами. В последние годы наблюдается тенденция к интеграции искусственного интеллекта с другими передовыми технологиями, что открывает новые возможности для создания высокоэффективных и адаптивных систем. К примеру, сочетание ИИ с квантовыми вычислениями обещает революционизировать обработку

больших данных, позволяя значительно ускорить процесс обучения алгоритмов и повысить точность прогнозов. Квантовые алгоритмы, благодаря своей способности параллельно обрабатывать массивные объёмы информации, могут в будущем стать основой для разработки новых методов машинного обучения.

Еще одной важной областью является интеграция ИИ с Интернетом вещей (IoT). Повсеместное распространение сенсоров и устройств, подключенных к сети, обеспечивает непрерывный поток данных, который может быть использован для динамического обучения и адаптации систем искусственного интеллекта в режиме реального времени. Такая синергия позволяет не только оптимизировать процессы в промышленности и городском хозяйстве, но и значительно повысить уровень безопасности за счет оперативного выявления и предотвращения потенциальных угроз.

Кроме того, использование блокчейн-технологий для защиты и прозрачного хранения данных становится актуальным направлением. Сочетание ИИ и блокчейна может обеспечить надежное управление информационными потоками, минимизировать риски утечек и повысить доверие пользователей к цифровым экосистемам.

Наконец, развитие гибридных моделей, объединяющих классические методы и глубокое обучение, становится ключевым аспектом будущих исследований. Эти модели способны адаптироваться к изменяющимся условиям и удовлетворять растущие требования к безопасности, прозрачности и энергоэффективности. Совместными усилиями ученых, разработчиков и регуляторов возможно создание устойчивых систем, которые не только удовлетворят потребности современного общества, но и станут фундаментом для цифрового будущего, в котором искусственный интеллект будет играть ведущую роль [5].

Источники

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. 3-е изд. – М.: Вильямс, 2011. – 1056 с.

2. Гудфеллоу И., Бенжио Й., Курвилл А. Глубокое обучение. – М.: Диалектика, 2018. – 800 с.

3. Гараев М. И., Трофимов А. П. Экспертные системы: теория, проектирование и применение. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 400 с.

4. Петрова Е. В. «Этические аспекты искусственного интеллекта в современной цифровой экономике» // Информационные технологии и управление, 2020, № 3, с. 32–40.

5. Иванов И. И. «Проблемы безопасности и регулирования искусственного интеллекта в цифровых экосистемах» // Журнал цифровых технологий, 2019, № 2, с. 22–30.

УДК 004.056

УМНЫЙ ПЛАНИРОВЩИК ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ЗАДАЧ

Доан Ван Ань, Константинова Анна Олеговна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
vananhdoan242@gmail.com, anyakonst20022017@cloud.com

Аннотация. В статье рассматривается концепция умного планировщика, который использует современные технологии и алгоритмы для оптимизации процессов планирования в различных сферах, таких как управление проектами, логистика и личная продуктивность. Проанализированы подходы к автоматизации планирования, включая методы машинного обучения и искусственного интеллекта.

Ключевые слова: умный планировщик, автоматизация, искусственный интеллект, машинное обучение, управление проектами.

SMART SCHEDULER FOR TASK DISTRIBUTION

Doan Van Anh, Konstantinova Anna Olegovna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
vananhdoan242@gmail.com, anyakonst20022017@cloud.com

Abstract. This paper discusses the concept of a smart planner that uses modern technologies and algorithms to optimize planning processes in various areas, such as project management, logistics, and personal productivity. We analyze existing approaches to planning automation, including machine learning and artificial intelligence methods.

Keywords: smart scheduler, automation, artificial intelligence, machine learning, project management.

Современные компании ежедневно сталкиваются с проблемой эффективного распределения задач между сотрудниками. Традиционное ручное назначение заданий менеджерами часто приводит к перекосам – одним сотрудникам приходится работать в авральном режиме, в то время как другие простаивают. Это не только снижает общую продуктивность, но и негативно влияет на мотивацию персонала. Решением может стать внедрение умного планировщика задач, который автоматически анализирует нагрузку и назначает задания наиболее подходящим специалистам на основе их квалификации и опыта [1-3].

На российском рынке уже представлены различные системы управления задачами – от классических CRM вроде Битрикс24 до гибких канбан-досок Trello и Kanbanize. Анализ источников [4-9] показал, существующие системы обладают

недостатком – необходимостью ручного распределения задач. Предлагаемый планировщик использует искусственный интеллект для автоматического подбора исполнителей, что принципиально отличает его от аналогов.

Основная цель проекта – не просто автоматизировать рутинные процессы, а повысить общую эффективность работы компании за счет оптимального использования человеческих ресурсов. Система будет анализировать несколько факторов: текущую загрузку сотрудников, их профессиональные навыки, историю выполненных задач и даже скорость работы. Это позволит минимизировать простои и сократить время на административное управление.

С экономической точки зрения проект выглядит перспективно. Даже при консервативном прогнозе в 50 клиентов с ежемесячной оплатой в 30 тысяч рублей годовая выручка может составить 1,5 миллиона рублей. При этом срок окупаемости не превысит 10 месяцев. Техническое превосходство над конкурентами подтверждается коэффициентом в 1,35, а ключевые преимущества – полная автоматизация и гибкость настроек – получают максимальные оценки.

В основе системы лежит математическая модель, которая формализует процесс распределения задач. Множество сотрудников, задач и доступных ресурсов описываются через переменные, а целевая функция минимизирует общее время выполнения работ за счет оптимизации нагрузки. Это не только ускоряет процессы, но и снижает количество ошибок при назначении заданий.

Внедрение умного планировщика задач открывает новые возможности для бизнеса. Помимо очевидного выигрыша в скорости и точности распределения задач, система может быть интегрирована с корпоративными CRM и системами аналитики. В перспективе возможно добавление функций предиктивного анализа, который будет прогнозировать загрузку сотрудников и заранее распределять задачи с учетом будущей занятости [10].

Таким образом, автоматизация процессов распределения задач – это не просто тренд, а необходимость для компаний, которые хотят оставаться конкурентоспособными. Умный планировщик не только экономит время и деньги, но и создает более сбалансированную рабочую среду, где каждый сотрудник получает задания в соответствии со своей специализацией и текущей загрузкой.

Источники

1. Parrinello S., Picchio F., De Marco R. Pavia 3D: reading and decomposition of the city for the construction of dynamic databases on heritage // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2017. № 1 (25). С. 33-45.

2. Мухаматханов Р.М., Михайлов А.А., Баянов Б.И., Тумбинская М.В. Классификация DDOS-атак на основе нейросетевой модели // Прикладная информатика. 2019. Т. 14. № 1 (79). С. 96-103.

3. Жаринов И.О. Управление бизнес-процессами на фабриках индустрии 4.0 // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2021. №4 (130). С. 93-98.

4. Yakimov I., Tregubov V., Tumbinskaya M. Creation of a unified industrial basis for the development and supply of applied research program packages at the kazan computer factory. В сборнике: Selected Papers - 2017 4th International Conference "Computer Technology in Russia and in the Former Soviet Union", SoRuCom 2017. 4. 2017. С. 126-130.

5. Смирнова Ж.В., Андряшина Н.С., Романовская Е.В., Сидякова В.А., Полянская В.А., Полянский С.А. Цифровая система управления бизнес-процессами на предприятиях промышленности // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8. № 9.

6. Тумбинская М.В., Абзалов А.Р. Исследование результатов применения программного тренажера по реагированию на факты реализации компьютерных угроз в АСУ ТП // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 1 (97). С. 83-96.

7. Дмитриева Е.И., Шавшуков В.М., Бадалова А.Г. Индустрия 5.0 и возможности использования искусственного интеллекта в управлении бизнес-процессами // Экономика, предпринимательство и право. 2024. Т. 14. № 6. С. 2743-2752.

8. Тумбинская М.В., Сафиуллина А.М. Программное обеспечение оценивания тестовых заданий для выявления компетенций кадрового резерва с элементами защиты информации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. Т. 8. № 35 (176). С. 42-47.

9. Воропаев А.А., Салгираев М.Ю. Стратегия и эффективность внедрения цифровых инструментов в деятельность современного бизнеса (на примере систем управления бизнес-процессами) // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 8. № 6

10. Михеев А.Г., Пятецкий В.Е. Изменение выполняющихся экземпляров бизнес-процессов в системе управления бизнес-процессами предприятия // Автоматизация в промышленности. 2017. № 1. С. 27-30. (147). С. 75-82.

УДК 004.891.3, 519.254

ОСОБЕННОСТИ ГИБРИДНЫХ КВАНТОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Дружинина Ольга Валентиновна[1], Людаговская Мария Андреевна[2],
[1]ФИЦ ИУ РАН, ИПУ РАН, г. Москва, Россия
[2]Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Россия
[1]ovdruzh@mail.ru, [2]maliu.w@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности гибридных квантовых нейронных сетей и возможности их применения на железнодорожном транспорте. Описана модель гибридной искусственной нейронной сети с квантовым бинарным классификатором. Проанализированы возможности применения гибридных нейронных сетей с квантовым бинарным классификатором на железнодорожном транспорте в задачах диагностики технического состояния верхнего строения пути.

Ключевые слова: нейронные сети, машинное обучение, квантовые вычисления, энергоэффективность, интеллектуальные транспортные системы, железнодорожный транспорт, анализ и прогнозирование технического состояния железнодорожного пути.

PECULIARITIES OF HYBRID QUANTUM NEURAL NETWORKS AND THE POSSIBILITIES OF THEIR APPLICATION IN RAILWAY TRANSPORT

Druzhinina Olga Valentinovna[1], Liudagovskaya Maria Andreevna[2]
[1]FRC CSC RAS, ICS RAS, Moscow, Russia
[2]Russian university of transport (MIIT), Moscow, Russia
[1]ovdruzh@mail.ru, [2]maliu.w@yandex.ru

Abstract. The peculiarities of hybrid quantum neural networks and the possibilities of their application in railway transport are considered. A model of a hybrid artificial neural network with a quantum binary classifier is described. The possibilities of using hybrid neural networks with a quantum binary classifier in railway transport in the tasks of diagnosing the technical condition of the upper structure of the track are analyzed.

Keywords: neural networks, machine learning, quantum computing, energy efficiency, intelligent transport systems, railway transport, analysis and forecasting of the technical condition of the railway track.

Актуальность применения нейронных сетей на железнодорожном транспорте связана с цифровой трансформацией отрасли и с необходимостью развития таких направлений, как оптимизация управления движением поездов, диагностика и прогнозирование технического состояния подвижного состава, обработка и анализ данных, безопасность перевозок, автоматизация процессов, энергосбережение, интеграция с системами Интернета вещей, развитие беспилотных технологий [1]. Железнодорожный транспорт генерирует огромные объемы данных, связанных с движением поездов, состоянием инфраструктуры, пассажиропотоком и прочими аспектами деятельности. Нейронные сети позволяют эффективно обрабатывать эти данные, извлекая полезную информацию для принятия управленческих решений [2]. Ряд вопросов, посвященных анализу данных и нейросетевому моделированию в диагностике технического состояния железнодорожного пути, рассмотрен в [3].

Использование гибридной ИНС с квантовым бинарным классификатором [4, 5] для анализа технического состояния железнодорожного пути оправдано в тех случаях, когда требуются высокие уровни точности, скорости обработки данных и адаптации к меняющимся условиям. Однако для принятия окончательного решения необходимо учитывать доступность ресурсов, сложность задачи и наличие альтернативных подходов.

Большая размерность анализируемого объекта, в сочетании с ограниченными наборами данных, часто приводит к переобучению, являющемуся распространенной проблемой в прогнозном моделировании. Ранее эту проблему пытались смягчить с помощью построения унитарных и ортогональных нейронных сетей [6], в которых весовые матрицы ограничены унитарным или ортогональным типом. Такой подход улучшал генерализацию данных и стабильность при обучении, однако в то же время требовал больших вычислительных затрат при совершении дополнительных шагов алгоритма для повторной ортогонализации весов.

В последнее время набирают популярность гибридные модели, основанные на принципах квантовых вычислений. В основа квантового машинного обучения лежит интеграция параметризованных квантовых схем как квантовых узлов в структуру ИНС, что позволяет сохраняют унитарность весовых матриц благодаря фундаментальным принципам квантовой механики. Нейронные сети, при реализации на квантовых процессорах, продемонстрировали заметные преимущества в задачах классификации последовательных данных и при прогнозировании временных рядов [7].

Основой идеи квантово-ориентированных вычислений является кодирование классических данных в квантовые состояния. Угловое кодирование данных, позволяет использовать гибкие схемы, линейно масштабируемые в соответствии с пространством признаков. При этом

классические данные сопоставляются с углами поворота однокубитных вентилей, требуя пропорционального объему входных данных количества кубитов. Компенсировать возможный недостаток масштабируемости модели возможно, применив дополнительно амплитудное кодирование [8].

Этот метод сопоставляет 2^n классических параметров с амплитудами квантового состояния n-го кубита:

$$X = \sum_{i\in\{0,1\}^n} a_i|i\rangle , \quad (1)$$

где a_i – нормализованные амплитуды, вычисленные на основе входных данных, удовлетворяющие условию

$$\sum_{i\in\{0,1\}^n} |a_i|^2 = 1 . \quad (2)$$

Ключевым преимуществом амплитудного кодирования на основе (1) с учетом (2) является экспоненциальное сжатие данных, поскольку количество требуемых кубитов увеличивается только логарифмически в зависимости от размера входных данных.

Примером гибридной квантовой ИНС (Г-КНС) может послужить модель, в которой объединены сверточная нейронная сеть (СНС) и квантовая нейронная сеть (КНС), состоящая из квантовой карты признаков и анзаца, реализующая бинарную классификацию одним кубитом (рис 1). Состояние кубита определяется двумя возможными результатами обработки данных с вероятностным распределением, что делает КНС эффективным и компактным бинарным классификатором.

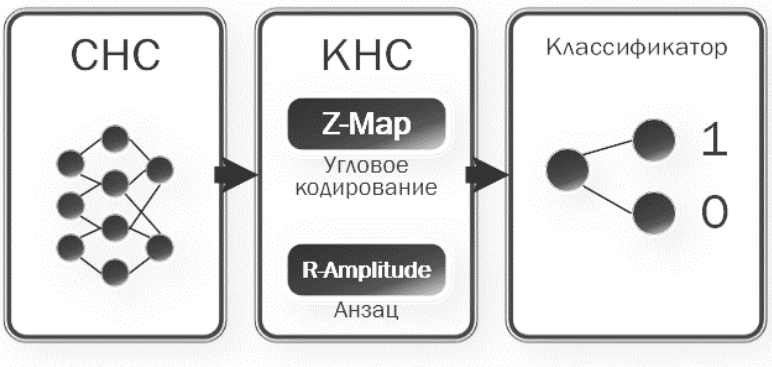


Рис 1. Схема Г-КНС

В рассматриваемой модели слои СНС используются для извлечения признаков, преобразуя входные параметры в объекты, впоследствии кодируемые в квантовые состояния квантовой картой признаков. Квантовая нейронная сеть возвращает вероятностное распределение квантовой схемы для

всех возможных состояний, представляя собой однобитную нейронную сеть, способную подавать на выход двоичные результаты с двумя различными состояниями вероятности исходов.

Разработка гибридной Г-КНС с квантовым бинарным классификатором направлена на создание цифрового инструмента для анализа технического состояния железнодорожных путей. Использование такой модели позволяет объединить классические методы машинного обучения с преимуществами квантового вычисления, обеспечивая высокую точность и эффективность обработки данных, однако оно может быть оправдано лишь в определенных условиях. Железнодорожный путь характеризуется множеством взаимосвязанных параметров. Если объем данных, поступающих с датчиков, велик и продолжает расти, использование квантовых алгоритмов становится экономически целесообразным, поскольку они позволяют обрабатывать большие объемы информации гораздо быстрее. Высокие требования к точности прогнозирования состояния пути, особенно в критически важных участках (например, мосты, тоннели), могут оправдывать применение гибридных моделей. В ситуациях, когда необходимо оперативно реагировать на изменение состояния пути (например, после стихийных бедствий), ускоренные вычисления с использованием квантовых алгоритмов становятся важным фактором.

Перечислим этапы работы гибридной ИНС с квантовым бинарным классификатором: сбор данных, предобработка данных, работа классической ИНС, работа квантового классификатора, обучение и тестирование, интерпретация результатов.

На этапе сбора данных в качестве входных данных используются измерения различных характеристик железнодорожного пути, такие как ширина колеи, положение рельсов по уровню, в плане, просадки рельсов, сочетания отступлений по рихтовке с перекосами и просадками, а также длинные неровности. Далее данные проходят предварительную обработку, включая нормализацию, фильтрацию шумов и выделение значимых признаков. Это помогает улучшить качество входных данных и повысить точность модели.

Первая часть гибридной модели – классическая ИНС, которая состоит из нескольких слоев, каждый из которых выполняет нелинейное преобразование предварительно обработанных входных данных. Такая архитектура позволяет выявлять сложные зависимости между признаками и техническим состоянием пути. После прохождения через классическую ИНС, данные передаются в квантовую часть модели – бинарный классификатор. Квантовые алгоритмы позволяют значительно ускорить процесс классификации благодаря использованию суперпозиции и запутанности квантовых состояний. Далее модель обучается на исторических данных, с учетом того, что известны истинные классы объектов. Процесс обучения включает настройку весов и

параметров сети таким образом, чтобы минимизировать ошибку классификации. После обучения проводится тестирование модели на новых данных для оценки ее точности и надежности. Результаты работы модели интерпретируются специалистами, которые принимают решения о необходимости ремонта или замены участков железнодорожного пути. Это может включать рекомендации по корректировке ширины колеи, выравниванию рельсов, устранению просадок и других дефектов.

Благодаря энергоэффективности, высокой точности, масштабируемости и другим преимуществам, использование гибридной ИНС с квантовым бинарным классификатором является перспективным подходом с учетом того, что этот подход позволяет эффективно анализировать техническое состояние железнодорожного пути, учитывая множество факторов одновременно. Такой подход обеспечивает высокую точность диагностики и помогает своевременно выявлять проблемы, что способствует повышению безопасности и надежности железнодорожной инфраструктуры.

Источники

1. Попов П.А. Применение технологий искусственного интеллекта для железнодорожного транспорта // Техника железных дорог. 2024. № 1(65). С. 22–25.

2. Понятов А.А. Возможности применения нейросетевых технологий на железнодорожном транспорте // Актуальные проблемы современного транспорта. 2022. № 2-3. С. 62–70.

3. Дружинина О.В., Людаговская М.А. Анализ данных и нейросетевое моделирование в диагностике технического состояния железнодорожного пути // Транспорт: наука, техника, управление. 2022. №6. С. 19–25.

4. Massoli F.V., Vadicamo L., Amato G., Falchi F. A Leap among quantum computing and quantum neural networks: A survey // arXiv: 2107.033v2 [quant-ph] 31 Jan 2022. 49 p.

5. Zhang Y., Ni Q. Recent advances in quantum machine learning // Quantum Engineering. 2020. V. 2. No.1 P. e34.

6. Saxe A.M., McClelland J.L., Ganguli S. Exact solutions to the nonlinear dynamics of learning in deep linear neural networks // arXiv:1312.6120 v3 [cs.NE] 19 Feb 2014. 22 p.

7. Liu G., Ma W. A quantum artificial neural network for stock closing price prediction // Information Sciences. 2022. V.598. P. 75–85.

8. Ranga D., Rana A., Prajapat S., Kumar P., Kumar K., Vasilakos A.V. Quantum machine learning: Exploring the role of data encoding techniques, challenges, and future directions // Mathematics. 2024. V.12(21). P. 3318.

УДК 004.8

КВАНТОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Дыдалин Григорий Дмитриевич, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
grd200x@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. В последние годы модели глубокого обучения демонстрируют высокую эффективность в различных задачах, таких как классификация изображений, обработка естественного языка и распознавание речи. Однако их развертывание на устройствах с ограниченными ресурсами затруднено из-за высоких вычислительных требований. Одним из решений этой проблемы является квантование нейронных сетей – метод сжатия, позволяющий уменьшить объем памяти и ускорить вычисления.

Ключевые слова: глубокое обучение, машинное обучение, нейронные сети, квантование, энергоэффективность.

QUANTIZATION OF NEURAL NETWORKS

Dydalin Grigory Dmitrievich, Pyrnova Olga Aleksandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
grd200x@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. In recent years, deep learning models have demonstrated high efficiency in various tasks such as image classification, natural language processing, and speech recognition. However, their deployment on devices with limited resources is difficult due to high computing requirements. One of the solutions to this problem is the quantization of neural networks, a compression method that reduces the amount of memory and speeds up calculations.

Keywords: deep learning, machine learning, neural networks, quantization, energy efficiency.

В настоящее время модели глубокого обучения демонстрируют выдающиеся результаты в решении широкого спектра задач, включая классификацию изображений, обработку естественного языка и распознавание речи. Однако их высокая сложность и ресурсоемкость, обусловленные значительными требованиями к вычислительным мощностям и объему памяти, создают серьезные препятствия для их развертывания на устройствах с ограниченными ресурсами, таких как смартфоны, устройства для умного дома и встраиваемые системы [1].

Для преодоления проблемы ограниченности ресурсов применяются различные методы сжатия и оптимизации, среди которых особое место занимает квантование нейронных сетей. Квантование представляет собой процесс преобразования входных данных из непрерывного или иного широкого диапазона значений в дискретный набор, что позволяет существенно сократить объем памяти и вычислительные затраты. В контексте нейронных сетей квантование предполагает представление весов и активаций с использованием меньшего количества битов по сравнению с традиционным 32-разрядным форматом с плавающей запятой. Это не только уменьшает объем памяти, но и повышает скорость выполнения вычислений [2].

Квантование нейронных сетей подразделяется на несколько основных типов:

1. Квантование после обучения. В данном подходе значения весов и активаций преобразуются в формат с пониженной точностью без необходимости повторного обучения модели. Это позволяет осуществлять простое сжатие модели при минимальных затратах и ограниченном объеме данных;

2. Квантование только весов. В этом случае веса нейронной сети квантуются до меньшего количества битов (обычно 8 или 16), что снижает требования к памяти и вычислительным ресурсам, однако может привести к некоторой потере точности модели;

3. Квантование активаций. Аналогично квантованию весов, активации также представляются с использованием меньшего количества битов. Для калибровки модели необходимы данные, которые позволяют определить диапазон значений активаций и минимизировать потерю точности;

4. Обучение с учетом квантования. В данном подходе модель обучается с учетом квантования, что позволяет минимизировать потерю точности. Это включает настройку таких параметров, как скорость обучения, размер пакета и других гиперпараметров, для оптимизации производительности квантованной модели [3].

К преимуществам квантования нейронных сетей относится:

– значительное сокращение объема памяти, занимаемого моделями глубокого обучения, что делает их пригодными для развертывания на устройствах с ограниченными ресурсами;

– снижение вычислительных затрат по сравнению с моделями, использующими формат с плавающей запятой, что ускоряет процесс вывода и уменьшает энергопотребление;

– упрощение процесса шифрования квантованных моделей, что повышает уровень конфиденциальности и безопасности при работе с чувствительными данными [4].

К недостаткам квантования относятся:

– ограниченная точность квантованных моделей, что может приводить к ошибкам округления и снижению производительности в определенных задачах;

– увеличение времени обучения при использовании подхода обучения с учетом квантования, так как оптимизатору требуется адаптироваться к квантованным весам и активациям;

– ограниченная поддержка квантования в некоторых платформах и библиотеках глубокого обучения, что сужает выбор инструментов для развертывания.

Квантование нейронных сетей представляет собой мощный метод, позволяющий эффективно развертывать модели глубокого обучения на устройствах с ограниченными ресурсами. Благодаря сокращению объема памяти и вычислительных требований, квантование обеспечивает ускорение вывода и повышение уровня конфиденциальности. Несмотря на наличие определенных недостатков, таких как снижение точности и увеличение времени обучения, преимущества квантования делают его перспективным подходом для современных приложений искусственного интеллекта. В условиях непрерывного развития области глубокого обучения ожидается дальнейшее совершенствование методов квантования, что позволит еще более эффективно внедрять модели глубокого обучения в устройства с ограниченными ресурсами.

Источники

1. Лыгин, Е. Д. Исследование алгоритмов квантования архитектур сверточных нейронных сетей для решения задачи сегментации / Е. Д. Лыгин, И. В. Сгибнев, Б. В. Вишняков // Моделирование авиационных систем: сборник тезисов докладов V Всероссийской научно-технической конференции. – Москва: Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем, 2023. – С. 335-337.

2. Колесников, Д. С. Оптимальное равномерное квантование параметров сверточных нейронных сетей / Д. С. Колесников, Д. А. Кузнецов // Вопросы радиоэлектроники. – 2018. – № 8. – С. 99-103.

3. Программный комплекс редукции нечетких правил в моделях оценки дискретного состояния объектов / М. В. Дагаева, Р. Н. Минниханов, А. С. Катасев, М. Ф. Хасбиуллин // Математические методы в технологиях и технике. – 2024. – № 9. – С. 60-63.

4. Пырнова О.А. Информационная безопасность в эпоху квантовых технологий // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. С.439-443.

УДК 004.8

ЭКСПОРТ МОДЕЛИ В ONNX: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Дыдалин Григорий Дмитриевич, Пырнова Ольга Александровна
КГЭУ, г. Казань, Россия
grd200x@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. Формат ONNX (Open Neural Network Exchange) утвердился в качестве стандарта для обмена моделями машинного обучения между различными фреймворками. В статье представлен детальный анализ процесса экспорта моделей в ONNX, а также их последующего использования с помощью ONNX Runtime. Рассмотрены ключевые преимущества формата, включая кроссплатформенность, оптимизацию вычислительных процессов и поддержку аппаратного ускорения. Параллельно выявлены ограничения, такие как неполная совместимость с определёнными операциями и увеличение размера модели после конвертации. Особое внимание уделено необходимости верификации корректности работы модели после экспорта.

Ключевые слова: ONNX, машинное обучение, нейронные сети, кроссплатформенность.

EXPORTING A MODEL TO ONNX: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Dydalin Grigory Dmitrievich, Pyrnova Olga Aleksandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
grd200x@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. The ONNX (Open Neural Network Exchange) format has established itself as a standard for exchanging machine learning models between different frameworks. This article provides a detailed analysis of the process of exporting models to ONNX, as well as their subsequent use using ONNX Runtime. The key advantages of the format are considered, including cross-platform compatibility, optimization of computational processes, and support for hardware acceleration. In parallel, limitations are identified, such as incomplete compatibility with certain operations and an increase in the size of the model after conversion. Particular attention is paid to the need to verify the correctness of the model after export.

Keywords: ONNX, machine learning, neural networks, cross-platform.

Формат ONNX (Open Neural Network Exchange) представляет собой универсальное решение для обмена моделями машинного обучения между различными фреймворками, такими как PyTorch, TensorFlow и Caffe 2. Это позволяет разработчикам обучать модели в одной среде и использовать их в другой, что значительно упрощает процесс развёртывания и интеграции. В

данной статье рассматриваются основные аспекты работы с ONNX, включая процесс экспорта моделей, их инференс, а также преимущества и ограничения данного формата [1].

Для экспорта модели в ONNX необходимо выполнить ряд шагов, которые включают подготовку модели, создание входных данных и непосредственно экспорт. Рассмотрим пример экспорта модели с использованием библиотеки PyTorch:

```
import torch
import torch.ONNX
model = ExampleModel()
example_input = torch.randn(1, 32)
torch.export(model, example_input, "model.onnx")
```

В данном примере:

1. Импортируются необходимые библиотеки PyTorch и ONNX.

2. Создаётся экземпляр модели (архитектура модели опущена для упрощения).

3. Генерируется входной тензор, который используется для построения графа операций модели.

4. Модель экспортируется в формат ONNX с использованием функции torch.onnx.export.

После экспорта модели в ONNX её можно использовать для инференса с помощью ONNX Runtime. Пример использования ONNX Runtime для выполнения инференса:

```
import onnxruntime as ort
import numpy as np
session = ort.InferenceSession("model.onnx")
input_data = np.random.randn(1, 32).astype(np.float32)
input_name = session.get_inputs()[0].name
output_name = session.get_outputs()[0].name
output = session.run([output_name], {input_name: input_data})
print(output)
```

В данном коде:

1. Импортируются библиотеки ONNX Runtime и NumPy.

2. Создаётся сессия ONNX Runtime, в которую передаётся экспортированная модель.

3. Подготавливаются входные данные в формате NumPy.

4. Получаются имена входного и выходного узлов модели.

5. Выполняется инференс модели с использованием функции session.run.

Разобравшись с процессом использования ONNX, можно перейти к анализу его преимуществ. Ключевым достоинством является возможность использовать модели в различных средах без необходимости повторного

обучения. Это особенно полезно при интеграции в мобильные, облачные и серверные приложения. Кроме того, ONNX предоставляет инструменты для оптимизации, такие как квантование и фьюзинг операций, а также поддержку аппаратного ускорения, что обеспечивает эффективную работу на CPU, GPU и TPU [2, 3].

Однако существуют и недостатки. Не все операции, доступные в PyTorch и TensorFlow, поддерживаются ONNX, что требует редактирования исходного кода модели. Кроме того, ошибки, возникающие при конвертации, могут быть сложными для диагностики и устранения. При работе с большими моделями нередко наблюдается значительное увеличение размера ONNX-файла по сравнению с PyTorch или TensorFlow.

Экспорт моделей в ONNX открывает широкие возможности для кроссплатформенной работы, оптимизации производительности и аппаратного ускорения. Однако при использовании этого формата важно учитывать потенциальные проблемы, связанные с совместимостью, размером модели и отладкой. Если требуется развертывание модели в различных средах и на разных устройствах, ONNX становится отличным выбором, но применение этого формата требует тщательной проверки корректности работы модели после конверсии.

Источники

1. Сухоярский, Д. И. Анализ подходов интеграции нейросети в Unity: исследование современных практик и инструментов / Д. И. Сухоярский, И. А. Маевский // Оригинальные исследования. – 2024. – Т. 14, № 12. – С. 268-279.

2. Пырнова, О. А. Методы и проблемы переобучения многослойной нейронной сети / О. А. Пырнова, Р. С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2020. – № 2(20). – С. 101-102.

3. Программный комплекс редукции нечетких правил в моделях оценки дискретного состояния объектов / М. В. Дагаева, Р. Н. Минниханов, А. С. Катасев, М. Ф. Хасбиуллин // Математические методы в технологиях и технике. – 2024. – № 9. – С. 60-63.

УДК 004.8

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ: L1 И L2

Дыдалин Григорий Дмитриевич, Филимонова Тамара Константиновна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
grd200x@gmail.com, filimonova.tamara@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу методов регуляризации в машинном обучении, направленных на предотвращение переобучения моделей. Рассматриваются ключевые подходы – L1- и L2-регуляризация, их математические основы, особенности и практическое применение. Обсуждаются критерии выбора между методами, а также возможность их комбинации для достижения баланса между точностью и обобщающей способностью. Особое внимание уделяется роли коэффициента регуляризации и экспериментальному подбору его оптимального значения.

Ключевые слова: глубокое обучение, машинное обучение, нейронные сети, переобучение, регуляризация.

REGULARIZATION OF NEURAL NETWORKS: L1 AND L2

Dydalin Grigory Dmitrievich, Filimonova Tamara Konstantinovna
KSPEU, Kazan, Russia
grd200x@gmail.com, filimonova.tamara@bk.ru

Abstract. The article is devoted to the analysis of regularization methods in machine learning aimed at preventing overfitting of models. The key approaches – L1- and L2-regularization, their mathematical foundations, features and practical application are considered. The criteria for choosing between the methods are discussed, as well as the possibility of combining them to achieve a balance between accuracy and generalizing ability. Special attention is paid to the role of the regularization coefficient and the experimental selection of its optimal value.

Keywords: deep learning, machine learning, neural networks, retraining, regularization.

В машинном обучении и глубоком обучении ключевой проблемой является переобучение – ситуация, когда модель слишком точно подстраивается под обучающие данные, теряя способность обобщать новые. Регуляризация – это набор методов, которые помогают снизить переобучение, упрощая модель. Среди них наиболее популярны L1- и L2-регуляризация. В этой статье разберем их принципы, различия и практическое применение [1].

Регуляризация добавляет в функцию потерь модели штраф за сложность, ограничивая значения весов. Это предотвращает их чрезмерный рост, что особенно важно в нейронных сетях с миллионами параметров. Основная идея представлена в формуле 1:

$$\text{Функция потерь} = \text{Обычная функция потерь} + \lambda * \text{Штраф за вес} \quad (1)$$

Принцип работы L1-регуляризации заключается в добавлении штрафа, пропорционального сумме абсолютных значений весов модели [2-4]. Формально это выражается следующей формулой:

$$L_1 = \lambda \sum_{i=1}^{n} |w_i| \quad (2)$$

где w_i – веса модели, а λ – коэффициент регуляризации, определяющий степень штрафа.

Особенности L1-регуляризации:

- Создание разреженных моделей: L1-регуляризация склонна обнулять незначимые веса, что приводит к выбору только наиболее значимых признаков. Это делает метод полезным для задач, где требуется отбор признаков;
- Устойчивость к выбросам: поскольку L1-функция штрафует большие значения линейно, она менее чувствительна к выбросам по сравнению с другими методами. Однако в некоторых случаях она может чересчур агрессивно занулять веса, что следует учитывать.

L2-регуляризация – это метод, который добавляет к функции потерь штраф, пропорциональный сумме квадратов весов модели. Этот подход помогает предотвратить переобучение и стабилизирует обучение модели. Формула для L2-регуляризации выглядит так:

$$L_2 = \lambda \sum_{i=1}^{n} w_i^2 \quad (3)$$

где w_i – веса модели, а λ – коэффициент регуляризации, который контролирует степень штрафа.

Особенности L2-регуляризации:

- Равномерное уменьшение весов: В отличие от L1-регуляризации, которая зануляет некоторые веса, L2-регуляризация лишь уменьшает их значения, что позволяет сохранить все признаки в модели;
- Эффективность при мультиколлинеарности: поскольку L2-регуляризация сглаживает параметры, она помогает бороться с проблемой сильной корреляции между признаками, что особенно важно в задачах с большим числом переменных;
- Широкое применение: L2-регуляризация часто используется в нейронных сетях, особенно в сочетании с техниками Dropout и Batch

Normalization, где она помогает улучшить обобщающую способность модели и повысить её устойчивость к шуму в данных.

Регуляризация играет ключевую роль в борьбе с переобучением, упрощая модели и улучшая их обобщающую способность. L1- и L2-методы, несмотря на общую цель, имеют принципиальные различия. Выбор между L1 и L2 зависит от целей: если требуется интерпретация и отбор признаков – предпочтителен L1; для улучшения обобщения и работы с коррелированными данными – L2. В некоторых случаях их комбинация позволяет объединить преимущества обоих методов. Оптимальный коэффициент регуляризации подбирается экспериментально, балансируя между точностью и простотой модели.

Источники

1. Сухоярский, Д. И. Анализ подходов интеграции нейросети в Unity: исследование современных практик и инструментов / Д. И. Сухоярский, И. А. Маевский // Оригинальные исследования. – 2024. – Т. 14, № 12. – С. 268-279.

2. Пырнова, О. А. Методы и проблемы переобучения многослойной нейронной сети / О. А. Пырнова, Р. С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2020. – № 2(20). – С. 101-102.

3. Алгазали, С. М. М. Модификация алгоритма обучения самоорганизующейся нейронной сети на основе механизма регуляризации / С. М. М. Алгазали, В. Г. Айвазов, А. В. Кузнецова // Применение и развитие нейросетевого моделирования для решения фундаментальных задач в науке и технике: Материалы Международной молодежной научно-практической конференции. – Новочеркасск: ООО «Лик», 2018. – С. 62-66.

4. Курбанов Б., Катасев А.С. Интеллектуальная система распознавания на основе свёрточной нейронной сети // Моделирование энергоинформационных процессов: сборник статей XII национальная научно-практическая конференция с международным участием. Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2024. С. 175-180.

УДК 004.8

ОБЗОР АКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИМЕРОЧНЫХ

Еманова Ю. Г., Аминева Р. Р.
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия
emanova-yao@mail.ru, aminevaeregina@yandex.ru

Аннотация. Это исследование было проведено с целью определить потенциал применения искусственного интеллекта в виртуальных примерочных как инновационного решения для онлайн-шопинга. В статье анализируются существующие технологии, лежащие в основе виртуальных примерочных, включая искусственный интеллект. Также упоминаются проблемы, которые препятствуют широкому внедрению виртуальных примерочных, среди которых опасения по поводу точности моделирования. Подчеркнута важность дальнейших разработок в этой области, необходимые для автоматизации процесса примерки и удовлетворения пользовательского опыта.

Ключевые слова: виртуальная примерочная, искусственный интеллект, пользовательский опыт, одежда.

REVIEW OF CURRENT ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN VIRTUAL FITTING ROOMS

Emanova Yu. G., Amineva R. R.
Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia
emanova-yao@mail.ru, aminevaeregina@yandex.ru

Abstract. This study was conducted to determine the potential of using artificial intelligence in virtual fitting rooms as an innovative solution for online shopping. The article analyzes the existing technologies underlying virtual fitting rooms, including artificial intelligence. It also mentions the problems that hinder the widespread implementation of virtual fitting rooms, including concerns about the accuracy of modeling. The importance of further developments in this area is emphasized, which are necessary to automate the fitting process and satisfy the user experience.

Keywords: virtual fitting room, artificial intelligence, user experience, clothing.

В настоящее время большая часть покупок совершается в цифровом формате через сайты или приложения электронной коммерции. Покупка одежды на сайтах электронной коммерции представляет собой сложную задачу, так как потребителям нелегко дать оценку соответствия дизайна их предпочтениям и привлекательности. Даже если потребитель нашел

подходящую одежду, это не означает, что товар будет соответствовать нужному размеру [1]. Именно поэтому и возникает потребность в создании виртуальных примерочных, которые помогут не только клиентам, но и продавцам.

Виртуальные примерочные (VFR – Virtual Fitting Room) – это интерактивные платформы, представляющие собой инновационное решение для модной индустрии. Оно позволяет потребителям виртуально примерять одежду и обувь без необходимости физического присутствия в магазине. В основе виртуальных примерочных лежат различные технологии (дополненной реальности, компьютерное зрение, искусственный интеллект).

Данный вопрос активно исследовали ученые со всего мира. Это связано с тем, что интерес к виртуальным примерочным с каждым годом растет. Среди них можно выделить Ханну Ли, Джиён Ким, Сандру Форсайт, Ю. Чжуна, Ингу Нахмансон, которые внесли вклад в разработку технологий дополненной реальности для виртуального моделирования одежды [2, 3].

Согласно изученной нами литературе, существует восемь различных типов виртуальных примерочных: примерочные со сканированием тела, с 3D-аватаром, с 3D-моделированием клиента, с 3D-манекеном, дополненную реальность (AR), роботизированные манекены, манекены-костюмеры для смешивания и подбора костюмов, а также настоящая фотомодель [4]. Несмотря на большое разнообразие технологий, которые могут улучшить впечатления покупателей при примерке одежды онлайн, стоимость играет важную роль в выборе существующих на рынке типов.

На данном этапе на рынке представлены уже существующие технологии. Они предлагают функционал виртуальных примерочных, но с каждым днём в мире появляется все больше инструментов, которые требуют меньших средств и усилий. Например, ИИ, который сможет обеспечить более персонализированный, интуитивный и эффективный опыт виртуальной примерки, отвечая на растущий спрос на индивидуальные решения и технологичные ожидания клиентов.

Рассмотрим основной подход, используемый в ИИ, – применение генеративно-состязательных сетей (GAN) в сочетании с методами обработки изображений для создания одного выходного изображения на основе двух входных изображений – человека и одежды.

Например, нейросети, такие как «OOTDiffusion» [5], могут быть интегрированы в платформы электронной коммерции для улучшения возможностей виртуальных покупок. Основная технология «OOTDiffusion» основана на алгоритмах компьютерного зрения и машинного обучения, анализируя размеры тела человека и характеристики одежды, инструмент создает виртуальное представление человека, которое точно имитирует процесс примерки. Нейросеть предлагает два режима примерки: модель в половину тела

и модель в полный рост, каждый из которых имеет свои уникальные характеристики.

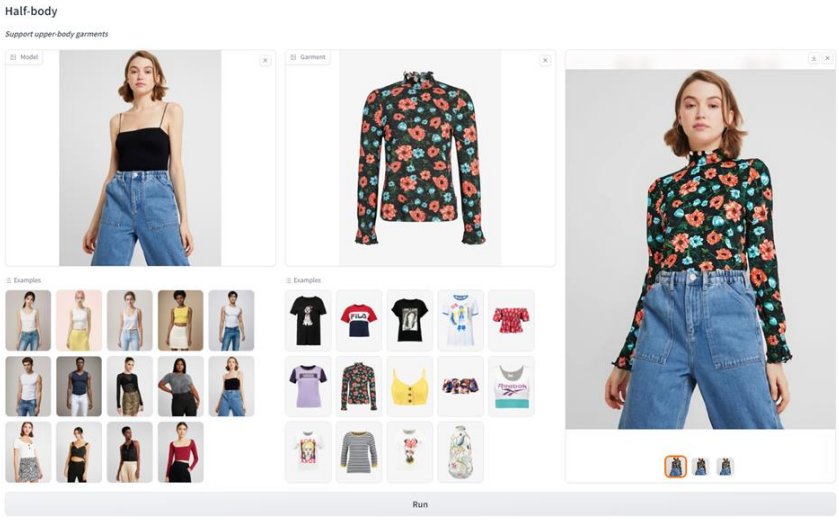


Рис. 1. Пример работы нейросети «OOTDiffusion» [5].

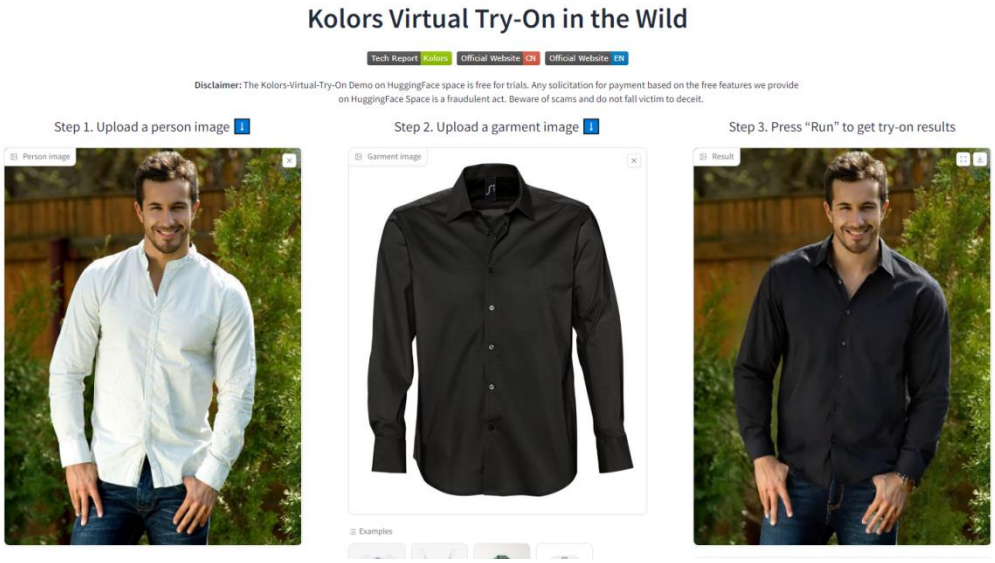


Рис. 2. Пример работы нейросети «Kolors-Virtual-Try-On» [6].

Одно из главных преимуществ данного метода – это скорость обработки. В пару кликов пользователь может увидеть, как вещь будет сидеть на нем. Таким образом можно заранее определять подойдет ли вам определённый фасон, цвет и стиль или будет правильнее сделать выбор в пользу другого товара.

С помощью нейросети «Vmake Fashion Model Studio» [7] можно создать собственных виртуальных моделей и одеть их в любую одежду. В библиотеке есть большой выбор ИИ-моделей с разными телосложением и внешностью.

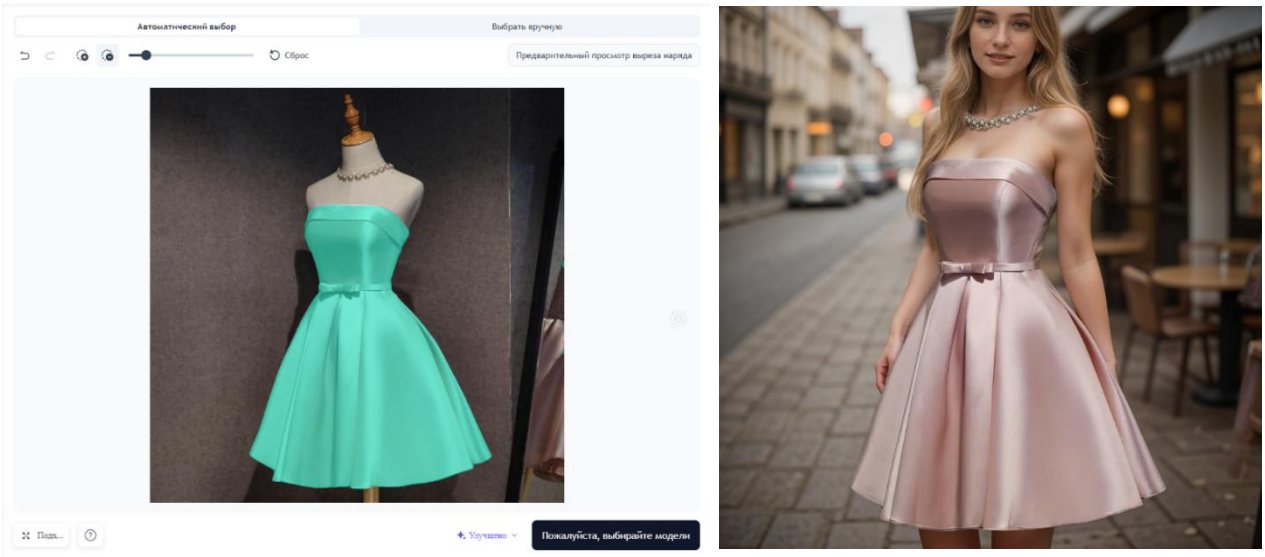


Рис. 3. Пример примерки платья по фото на ИИ-модели по заданным параметрам в «Vmake Fashion Model Studio» [7].

После того как вы нажали «Сгенерировать», предмет одежды сканируется для составления его подробного текстового описания - промта. Это помогает сгенерировать более четкое изображение. Далее это описание вместе с фотографиями модели и предмета одежды отправляется в нейронную сеть, где модель «примеряет» на себя новый наряд.

Виртуальные примерочные позволяют продавцам товаров оптимизировать время и финансовые ресурсы, которые обычно затрачиваются на профессиональную фотосъёмку с участием моделей. Кроме того, использование виртуальных примерочных способствует снижению процента возвратов продукции и делает взаимодействие с сайтом или приложением интерактивным.

Готовые решения виртуальных примерочных не всегда соответствуют конкретным потребностям ритейлеров. В таких случаях обучение нейронных сетей под индивидуальные нужды бизнеса становится актуальной. Это позволяет адаптировать функционал и улучшить пользовательский опыт.

Единственным недостатком виртуальных примерочных является то, что определённая доля пользователей предпочитает традиционный шопинг. Для них важным является возможность тактильного контакта с товаром, ощущения текстуры ткани и её свойств. Консервативно настроенные потребители испытывают недоверие к современным технологиям в контексте покупок и не будут совершать приобретение до тех пор, пока не увидят себя в новом образе в зеркале. Однако в ближайшем будущем бренды будут стремиться привлечь и их.

На основе нашего исследования мы сделаем вывод: действительно, виртуальные примерочные представляют собой перспективное направление в ритейле одежды. Оно позволит потребителям примерять одежду без физического присутствия в магазине, что значительно сэкономит время и финансы.

Так как разработка приложений для виртуальных примерочных требует тщательного планирования, проектирования и использования передовых технологий для достижения максимальной точности и удобства использования верным решением является использование ИИ-технологий.

Искусственный интеллект (ИИ) обладает высокой степенью точности, персонализации, интуитивности и эффективности, что делает его подходящим для разработки современных виртуальных примерочных.

С помощью виртуальных примерочных покупатели смогут более точно оценить одежду перед покупкой, сэкономят время и деньги как себе, так и магазинам, сделают процесс онлайн-шопинга более удобным и привлекательным. Даже несмотря на определённые ограничения, такие как отсутствие прямого физического контакта с одеждой, возможные неудобства для некоторых групп потребителей, в долгосрочной перспективе данные технологии будут играть ключевую роль в развитии электронной коммерции, предоставляя пользователям более удобные и удовлетворительные условия взаимодействия с онлайн-платформами и немаловажную роль в этом сыграет ИИ.

Источники

1. Adikari S.B., Ganegoda N.C., Meegama R.G.N., Wanniarachchi I.L. Applicability of a Single Depth Sensor in Real-Time 3D Clothes Simulation: Augmented Reality Virtual Dressing Room Using Kinect Sensor. Advances in Human-Computer Interaction 2020; 2020:1– 10.
2. Batool R., Mou J. A systematic literature review and analysis of try-on technology: Virtual fitting rooms // Data and Information Management. – 2024. – №2.
3. Шанцева О.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Иванова А.А. Исследование существующих систем виртуальной примерки одежды // Современные проблемы науки и образования. (часть 3). – 2015. – №2. – Часть 3.
4. Lee H., Xu Y. Classification of virtual fitting room technologies in the fashion industry: from the perspective of consumer experience, International Journal of Fashion Design, Technology and Education. – 2019.
5. Демоверсия нейронной сети Yuhao Xu - OOTDiffusion [Электронный ресурс]. URL: https://huggingface.co/spaces/levihsu/OOTDiffusion (Дата обращения 13.10.2024).
6. Демоверсия нейронной сети от команды Kolors – Kolors-Virtual-Try-On [Электронный ресурс]. URL: https://huggingface.co/spaces/Kwai-Kolors/Kolors-Virtual-Try-On (Дата обращения 13.10.2024).
7. Нейронная сеть Vmake AI от команды AirBrush [Электронный ресурс]. URL: https://vmake.ai/ai-model (Дата обращения 13.10.2024).

УДК 004.8:338

ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В БИЗНЕС

Загарова Анастасия Владиславовна, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zaripova.rs@kgeu.ru

Аннотация. В последние годы искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью бизнес-процессов в различных отраслях. Актуальность данной темы обусловлена стремительным развитием технологий, которые позволяют автоматизировать рутинные задачи, анализировать большие объемы данных и принимать обоснованные решения на основе аналитики. В статье рассматриваются ключевые аспекты, связанные с интеграцией ИИ в бизнес-процессы. Целью исследования является анализ возможностей и вызовов, связанных с внедрением ИИ в бизнес, а также выработка рекомендаций для успешной интеграции этих технологий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, бизнес-процессы, автоматизация, анализ данных, цифровизация, глобализация, технологии, интеграция, эффективность.

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO BUSINESS

Zagarova Anastasia Vladislavovna, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
zaripova.rs@kgeu.ru

Abstract. In recent years, artificial intelligence (AI) has become an integral part of business processes in various industries. The relevance of this topic is due to the rapid development of technologies that allow automating routine tasks, analysing large amounts of data and making informed decisions based on analytics. The article discusses key aspects related to the integration of AI into business processes. The aim of the study is to analyse the opportunities and challenges associated with the implementation of AI in business, and to develop recommendations for the successful integration of these technologies.

Keywords: artificial intelligence, business processes, automation, data analysis, digitalisation, globalisation, technology, integration, efficiency.

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой комплекс технологий, которые способны выполнять задачи, традиционно требующие человеческого интеллекта. Это включает в себя такие процессы, как анализ больших объемов данных, принятие решений на основе полученной информации, обучение на основе предыдущего опыта и предсказание будущих событий. ИИ использует алгоритмы машинного обучения, нейронные сети и обработку естественного языка, что позволяет ему не только обрабатывать и анализировать данные, но и

извлекать из них полезные инсайты. Внедрение ИИ в бизнес открывает новые горизонты, позволяя компаниям оптимизировать свои операции, повышать эффективность и улучшать качество обслуживания клиентов [1]. Например, ИИ может автоматизировать рутинные задачи, такие как обработка заказов или управление запасами, что освобождает сотрудников для выполнения более сложных и творческих задач. Кроме того, ИИ может анализировать поведение потребителей, выявлять тренды и предлагать персонализированные решения, что значительно улучшает клиентский опыт и повышает лояльность.

Несмотря на очевидные преимущества, которые искусственный интеллект (ИИ) может предоставить бизнесу, многие компании сталкиваются с серьезными проблемами при его внедрении. Одной из главных трудностей является недостаток квалифицированных кадров. ИИ требует специалистов, обладающих не только техническими знаниями, но и пониманием бизнес-процессов, что делает поиск таких сотрудников сложной задачей. Часто компании не могут найти экспертов в области машинного обучения, анализа данных и других связанных дисциплин, что замедляет процесс внедрения ИИ. Другой значительной проблемой является сложность интеграции новых технологий в существующие системы. Многие компании используют устаревшие платформы и программное обеспечение, которые не могут эффективно взаимодействовать с современными решениями на основе ИИ. Это приводит к необходимости значительных инвестиций в обновление инфраструктуры, что может быть финансово обременительным и времязатратным процессом.

Также важным аспектом является необходимость изменения существующих бизнес-процессов. Внедрение ИИ зачастую требует пересмотра традиционных методов работы, что может вызвать сопротивление со стороны сотрудников.

Существующие подходы к решению этих проблем включают адаптацию бизнес-моделей, обучение сотрудников и создание междисциплинарных команд. Компании должны активно инвестировать в обучение и развитие своих кадров, чтобы подготовить их к работе с ИИ. Создание междисциплинарных команд, состоящих из специалистов в области ИТ, бизнеса и аналитики, может помочь в более эффективной интеграции ИИ и его адаптации к конкретным требованиям компании. Тем не менее, многие организации не имеют четкой стратегии внедрения ИИ, что ограничивает эффективность его использования. Без ясного понимания целей и задач, которые необходимо решить с помощью ИИ, компании рискуют потратить ресурсы на неэффективные решения и технологии, которые не приносят ожидаемых результатов. Поэтому важно, чтобы компании разрабатывали детальные стратегии, учитывающие как

внутренние, так и внешние факторы, чтобы максимально использовать потенциал ИИ и справиться с возникающими вызовами.

Исследование, проведенное в рамках анализа внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в бизнес-процессы, демонстрирует, что компании, активно использующие ИИ, показывают значительное улучшение как в производительности, так и в качестве предоставляемых услуг [2]. Эти улучшения могут проявляться в различных аспектах, таких как сокращение времени обработки заказов, повышение точности прогнозирования, улучшение клиентского сервиса и оптимизация внутренних процессов.

Научная интерпретация собранных данных указывает на необходимость разработки адаптивных систем управления, которые способны эффективно интегрировать ИИ в существующие бизнес-процессы. Адаптивные системы предполагают гибкость в реагировании на изменения в окружающей среде, что позволяет компаниям быстро адаптироваться к новым вызовам и возможностям, возникающим в результате внедрения ИИ. Эти системы должны быть способны к самообучению и улучшению на основе анализа больших объемов данных, что делает их особенно ценными в условиях динамичного рынка. Внедрение ИИ требует от работников не только технических знаний, но и понимания новых бизнес-моделей и процессов. Обучение сотрудников позволяет им эффективно взаимодействовать с новыми технологиями, а также способствует созданию культуры инноваций внутри компании. Это, в свою очередь, помогает минимизировать сопротивление изменениям и повышает уровень вовлеченности сотрудников в процесс трансформации.

Основные выводы данного исследования подчеркивают, что комплексный подход к интеграции искусственного интеллекта (ИИ) является критически важным для достижения успеха в бизнесе. В частности, акцент на обучении сотрудников и междисциплинарном сотрудничестве становится ключевым фактором, определяющим эффективность внедрения ИИ в организацию. Аргументация этих выводов основывается на обширных данных, которые демонстрируют прямую связь между успешностью интеграции ИИ и уровнем подготовки персонала. Исследования показывают, что компании, активно инвестирующие в обучение и развитие своих кадров, не только повышают уровень профессиональных компетенций сотрудников, но и создают более адаптивную и инновационную корпоративную культуру.

Результаты проведенного исследования подтверждают, что компании, активно внедряющие искусственный интеллект (ИИ) в свои бизнес-процессы, демонстрируют значительное улучшение в нескольких ключевых областях: производительности, качестве услуг и удовлетворенности клиентов. Эти улучшения не являются случайными, а четко указывают на важность

комплексного подхода к интеграции ИИ, который включает в себя не только технологические аспекты, но и организационные изменения, обучение сотрудников и междисциплинарное сотрудничество.

Конкретные данные показывают, что предприятия, использующие ИИ для автоматизации рутинных задач, способны увеличить скорость обработки информации и снизить количество ошибок, что напрямую влияет на общую производительность. Например, компании, внедрившие системы ИИ в управление запасами, отмечают сокращение времени на обработку заказов и более точное прогнозирование потребностей, что, в свою очередь, приводит к снижению затрат и увеличению прибыли. Кроме того, качество услуг также значительно улучшается благодаря использованию ИИ. Автоматизированные системы анализа данных позволяют компаниям лучше понимать потребности и предпочтения клиентов, что способствует созданию более персонализированных предложений и улучшению клиентского опыта. Исследования показывают, что уровень удовлетворенности клиентов в таких компаниях возрастает, что, в свою очередь, приводит к повышению лояльности и повторным продажам.

Анализ данных также выявил, что компании, которые не адаптируют свои процессы к новым технологиям, рискуют утратить конкурентоспособность. В условиях быстро меняющегося рынка, где инновации становятся нормой, отсутствие интеграции ИИ может привести к снижению эффективности и замедлению роста. Такие компании оказываются в невыгодном положении по сравнению с конкурентами, которые активно используют современные технологии для оптимизации своих операций.

Таким образом, результаты исследования подчеркивают необходимость стратегического планирования и готовности к изменениям. Компании, которые принимают вызовы времени и инвестируют в интеграцию ИИ, имеют все шансы не только сохранить свои позиции на рынке, но и значительно их укрепить.

Источники

1. Зарипова Р.С., Миронов С.П. Процесс управления инновационной деятельностью организаций при переходе к цифровой экономике // Наука Красноярья. 2018. Т. 7. № 2-2. С. 25-29.

2. Рочева О.А., Морозова И.Г., Тумашева М.В. Приоритетные направления применения технологий искусственного интеллекта как инструмента трансформации бизнес-процессов // Наука Красноярья. 2023. Т.12. №3-2. С.55-59.

УДК 004

ИИ И КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: УЛУЧШЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА И МАШИНЫ

Загарова Анастасия Владиславовна, Огуречникова Арина Денисовна, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zagarova23@mail.ru, ogurechnikovaaa@mail.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. В статье исследуются современные подходы к совершенствованию взаимодействия между человеком и машиной с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ) и когнитивных систем. Основное внимание уделено методам, позволяющим ИИ более точно интерпретировать человеческую речь, жесты и эмоции. Проведен анализ достижений и актуальных проблем в данной области, а также рассмотрены перспективы дальнейшего развития. Особый акцент сделан на интеграции мультимодальных данных и разработке адаптивных систем, способных учитывать контекст и индивидуальные особенности пользователей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, когнитивные технологии, человеко-машинное взаимодействие, обработка естественного языка, распознавание эмоций, анализ жестов.

AI AND COGNITIVE TECHNOLOGIES: IMPROVING HUMAN-MACHINE INTERACTION

Zagarova Anastasia Vladislavovna, Ogurechnikova Arina Denisovna,
Pyrnova Olga Alexandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
zagarova23@mail.ru, ogurechnikovaaa@mail.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. The article examines modern approaches to improving human-machine interaction using artificial intelligence (AI) and cognitive systems technologies. The main focus is on methods that allow AI to more accurately interpret human speech, gestures, and emotions. An analysis of achievements and current problems in this area is conducted, and prospects for further development are considered. Particular emphasis is placed on the integration of multimodal data and the development of adaptive systems that can take into account the context and individual characteristics of users.

Keywords: artificial intelligence, cognitive technologies, human-machine interaction, natural language processing, emotion recognition, gesture analysis.

Современный этап технологического развития характеризуется интенсивным взаимодействием человека и машины, что требует создания более

эффективных, интуитивно понятных и адаптивных интерфейсов. Искусственный интеллект и когнитивные технологии играют ключевую роль в эволюции человеко-машинного взаимодействия (Human-Computer Interaction, HCI). Способность ИИ анализировать и интерпретировать речь, жесты и эмоции человека открывает новые возможности для разработки систем, которые учитывают индивидуальные потребности пользователей, делая взаимодействие более естественным и продуктивным [1, 2].

Взаимодействие человека и машины охватывает широкий спектр областей, включая виртуальных ассистентов, робототехнику, образовательные платформы, медицинские системы и многое другое. В каждом из этих случаев ключевым фактором успеха является способность машины понимать и адекватно реагировать на действия и запросы пользователя. Предметом анализа являются методы, которые позволяют искусственному интеллекту (ИИ) более точно интерпретировать речь, жесты и эмоции человека. Речь идет не только о распознавании отдельных слов или базовых эмоций, но и о глубоком понимании контекста, намерений и тонкостей человеческой коммуникации. Гипотеза исследования заключается в том, что улучшение методов интерпретации речи, жестов и эмоций приведет к созданию более интуитивных и эффективных интерфейсов [3]. Такие интерфейсы смогут адаптироваться к индивидуальным потребностям пользователей, учитывая их эмоциональное состояние, предпочтения и контекст взаимодействия, что способствует улучшению качества взаимодействия человека и машины, делая его более естественным, комфортным и продуктивным. Для проверки предполагается, что интеграция передовых технологий, таких как глубокое обучение, обработка естественного языка (NLP), компьютерное зрение и анализ эмоций, позволит создать системы, способные более точно интерпретировать человеческую коммуникацию [4]. Также предполагается, что разработка мультимодальных систем, которые объединяют данные из различных источников (аудио, видео, текстовые сообщения), значительно повысит точность интерпретации. Например, система виртуального ассистента, которая анализирует не только слова пользователя, но и его тон голоса и выражение лица, сможет более точно определить его эмоциональное состояние и намерения.

Одной из ключевых проблем в области человеко-машинного взаимодействия является ограниченная способность современных систем адекватно интерпретировать сложные аспекты человеческой коммуникации. Это включает не только понимание слов, но и распознавание контекста, интонации, эмоциональной окраски речи, а также невербальных сигналов, таких как мимика и жесты. Неспособность систем учитывать эти нюансы часто приводит к ошибкам в интерпретации, что вызывает разочарование и недовольство пользователей. Системы, основанные на обработке естественного

языка (NLP), могут неправильно интерпретировать сарказм или иронию, а алгоритмы распознавания эмоций иногда ошибаются при анализе сложных или смешанных эмоциональных состояний [5]. Обработка естественного языка позволяет анализировать текстовую и речевую информацию, выделяя ключевые фразы, намерения и контекст. Компьютерное зрение применяется для распознавания жестов и мимики, что особенно важно в системах, где взаимодействие происходит через визуальные интерфейсы. Машинное обучение используется для анализа эмоций на основе данных, полученных от пользователей, таких как тон голоса, выражение лица или даже физиологические показатели (например, частота сердечных сокращений). Однако, несмотря на значительный прогресс, эти технологии все еще сталкиваются с трудностями при обработке неоднозначных или культурно-специфичных данных, что требует дальнейшего совершенствования алгоритмов и методов [6].

Современные методологические подходы к улучшению человеко-машинного взаимодействия базируются на передовых технологиях искусственного интеллекта и машинного обучения. Одним из ключевых направлений является применение глубокого обучения (deep learning), которое позволяет анализировать сложные данные, такие как речь и изображения. Например, сверточные нейронные сети (CNN) используются для обработки визуальной информации, включая распознавание лиц, жестов и эмоций, а рекуррентные нейронные сети (RNN) и их модификации, такие как долгосрочная краткосрочная память (LSTM), эффективно работают с последовательными данными, такими как речь и текст. Важным аспектом является разработка алгоритмов, способных распознавать контекст и намерения пользователя [7]. Это достигается за счет комбинации методов обработки естественного языка (NLP) и анализа поведенческих данных. Современные системы используют семантический анализ для понимания смысла высказываний, а также предсказание намерений на основе истории взаимодействий. Такие алгоритмы позволяют системам не только реагировать на прямые запросы, но и предугадывать потребности пользователей, предлагая релевантные решения. Еще одним перспективным направлением является создание адаптивных интерфейсов, которые учитывают эмоциональное состояние человека. Это достигается за счет интеграции технологий распознавания эмоций, таких как анализ мимики, тона голоса и даже физиологических показателей (например, частоты сердечных сокращений или уровня стресса) [8].

Несмотря на значительные успехи, существующие методологические подходы сталкиваются с рядом вызовов. К ним относятся:

1. Обработка неоднозначных данных. Современные системы часто испытывают трудности при интерпретации сарказма, иронии или культурно-специфичных сигналов;

2. Интеграция мультимодальных данных. Объединение информации из различных источников (аудио, видео, текстовые сообщения) требует сложных алгоритмов и значительных вычислительных ресурсов;

3. Конфиденциальность и безопасность. Сбор и анализ данных о пользователях, включая их эмоциональное состояние, поднимает вопросы защиты персональной информации [9];

4. Культурные и индивидуальные различия. Учет особенностей различных культур и индивидуальных предпочтений пользователей остается сложной задачей.

Для преодоления вышеуказанных ограничений требуется дальнейшее развитие алгоритмов, улучшение их точности и адаптивности, а также интеграция междисциплинарных знаний из области психологии, лингвистики и социологии. Одним из перспективных направлений является создание мультимодальных систем, которые объединяют данные из различных источников для более точной интерпретации человеческой коммуникации. Например, система виртуального ассистента, анализирующая не только слова пользователя, но и его тон голоса и выражение лица, сможет более точно определить его эмоциональное состояние и намерения.

Использование искусственного интеллекта и когнитивных технологий открывает новые горизонты для улучшения взаимодействия человека и машины, делая его более естественным, интуитивным и эффективным [10, 11]. Эти технологии уже сегодня демонстрируют впечатляющие результаты в таких областях, как распознавание речи, анализ эмоций, интерпретация жестов и создание адаптивных интерфейсов. Однако для достижения максимального эффекта необходим комплексный подход, который учитывает не только технические, но и психологические аспекты взаимодействия. С технической точки зрения, это означает интеграцию различных технологий, таких как обработка естественного языка (NLP), глубокое обучение и компьютерное зрение, в единую систему. С психологической стороны, важно учитывать индивидуальные особенности пользователей.

Источники

1. Лучинкин, В. Л. Применение нейронных сетей и перспективы их развития / В. Л. Лучинкин // Социальная онтология России: Сборник научных статей по докладам XVII Всероссийских Копыловских чтений. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2024. С. 185-188.

2. Карпенкова, Д. И. Метод распознавания эмоциональной окраски речи с использованием нейросетевой модели / Д. И. Карпенкова, А. С. Катасев // Математические методы в технологиях и технике. 2024. № 10. С. 73-76.

3. Сайфудинова, Н. З. Психология в коммуникации между человеком и роботом / Н. З. Сайфудинова, О. А. Пырнова // Образование и право. 2020. № 4. С. 317-319. DOI 10.24411/2076-1503-2020-10447.

4. Нейросетевая система распознавания психоэмоционального состояния человека по выражению лица / А. С. Катасев, Д. В. Катасева, Ю. Н. Смирнов, В. А. Графский // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27, № 6. С. 106-110.

5. Салимов Р.Р., Зарипова Р.С. Этические аспекты внедрения технологий искусственного интеллекта // Технологический суверенитет и цифровая трансформация: Международная научно-техническая конференция. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С.226-229.

6. Катасев, А. С. Сверточные нейросетевые модели распознавания эмоций человека по фотографии / А. С. Катасев, З. Р. Ханова // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26, № 4. С. 76-81.

7. Фаттахов, А. Д. Влияние информационного окружения на психологию молодого поколения // EUROPEAN scientific conference: сборник научных трудов по материалам XLIII международной научной конференции. Анапа: ООО «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2021. С. 25-29.

8. Карпенкова, Д. И. Определение эмоциональной окраски речи на основе нейросетевого моделирования // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 850-854.

9. Никоноров, Д. П. Применение технологий искусственного интеллекта для распознавания физического состояния человека / Д. П. Никоноров, О. А. Пырнова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 1000-1003.

10. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Когнитивные технологии и их роль в развитии современного общества // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 1 (19). С. 74-76.

11. Зарипова Р.С., Шакиров А.А. Роль когнитивных технологий в современном образовании // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2018. № 1-2 (11-12). С. 63-65.

УДК 004

ИИ В МЕДИЦИНЕ: ДИАГНОСТИКА, ЛЕЧЕНИЕ И ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ МЕДИЦИНА

Загарова Анастасия Владиславовна, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zagarova23@mail.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в медицинскую практику представляет собой один из наиболее перспективных векторов развития современной медицины. ИИ-технологии, основанные на алгоритмах машинного обучения и анализе больших данных, способны существенно улучшить процессы диагностики, прогнозирования и лечения заболеваний. Однако интеграция ИИ в клиническую практику сопряжена с рядом вызовов, включая проблемы качества данных, недостаточную инфраструктуру и этико-правовые аспекты. В данной статье рассматриваются ключевые методологические подходы к внедрению ИИ в медицину, анализируются результаты клинических исследований и формулируются теоретические выводы, направленные на оптимизацию использования ИИ в медицинской практике.

Ключевые слова: искусственный интеллект, диагностика заболеваний, разработка лекарств, персонализированная медицина, машинное обучение, медицинские данные, алгоритмы.

AI IN MEDICINE: DIAGNOSIS, TREATMENT AND PERSONALIZED MEDICINE

Zagarova Anastasia Vladislavovna, Pyrnova Olga Alexandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
zagarova23@mail.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. The introduction of artificial intelligence (AI) into medical practice is one of the most promising vectors of development of modern medicine. AI technologies based on machine learning algorithms and big data analysis can significantly improve the processes of diagnosis, prognosis and treatment of diseases. However, the integration of AI into clinical practice is associated with a number of challenges, including data quality issues, insufficient infrastructure and ethical and legal aspects. This article discusses key methodological approaches to the introduction of AI into medicine, analyzes the results of clinical studies and formulates theoretical conclusions aimed at optimizing the use of AI in medical practice.

Keywords: artificial intelligence, disease diagnosis, drug development, machine learning, medical data, algorithms.

Современная медицина сталкивается с необходимостью обработки и анализа колоссальных объемов данных, включая медицинские изображения, генетическую информацию, результаты лабораторных исследований и клинические записи. Искусственный интеллект, обладающий способностью к автоматизированной обработке и выявлению сложных закономерностей в данных, становится незаменимым инструментом для повышения точности диагностики, персонализации лечения и оптимизации медицинских процессов [1]. Однако успешная интеграция ИИ в медицинскую практику требует решения ряда методологических, технических и этических проблем.

Несмотря на прогресс в области искусственного интеллекта, в его интеграции в медицину все еще существуют серьезные проблемы, требующие внимания. Одной из ключевых проблем, препятствующих эффективному внедрению ИИ в медицину, является недостаток качественных данных. Алгоритмы машинного обучения требуют больших объемов структурированных и стандартизированных данных для обучения и оптимизации [2]. Однако в медицинской практике данные часто оказываются неполными, фрагментированными или собранными с нарушением протоколов, что снижает точность и надежность моделей ИИ. Кроме того, отсутствие единых стандартов сбора и обработки данных затрудняет их сопоставимость и использование в различных медицинских учреждениях.

Другой значительный вызов связан с недостаточной готовностью медицинских учреждений к внедрению ИИ-технологий. Многие организации не обладают необходимой технической инфраструктурой, финансовыми ресурсами и квалифицированным персоналом для эффективного использования ИИ. Это требует не только значительных инвестиций, но и трансформации организационной культуры, включая обучение медицинских работников и повышение их цифровой грамотности. Существующие подходы к решению этих проблем включают несколько ключевых направлений. Во-первых, разработка стандартов для сбора и обработки медицинских данных может помочь обеспечить их качество и сопоставимость, что, в свою очередь, улучшит обучение моделей ИИ. Во-вторых, создание этических комитетов, состоящих из специалистов в области медицины, права и этики, может способствовать разработке рекомендаций и норм, регулирующих использование ИИ в медицине. К дополнению решений относится обучение медицинских работников работе с ИИ-технологиями и повышение их цифровой грамотности являются критически важными для успешной интеграции ИИ в клиническую практику, что позволит им эффективно взаимодействовать с новыми инструментами и использовать их для улучшения ухода за пациентами.

Особое внимание в контексте интеграции ИИ в медицину следует уделить разработке этических и правовых норм, регулирующих его

применение. Вопросы конфиденциальности данных, ответственности за ошибки и согласия пациентов требуют тщательного рассмотрения. Медицинские данные, используемые для обучения и работы ИИ-алгоритмов, носят крайне чувствительный характер, и их утечка или неправомерное использование могут привести к серьезным последствиям для пациентов. В связи с этим необходимо создание строгих протоколов защиты данных, соответствующих международным стандартам, таких как GDPR (General Data Protection Regulation).

Кроме того, возникает вопрос ответственности за ошибки, допущенные ИИ-системами. В случае неправильной диагностики или лечения, кто будет нести ответственность: разработчик алгоритма, медицинское учреждение или врач, принявший решение на основе рекомендаций ИИ? Для решения этой проблемы требуется разработка четких правовых рамок, которые бы регулировали распределение ответственности между всеми участниками процесса.

Еще одним важным аспектом является получение информированного согласия пациентов на использование их данных для обучения и работы ИИ. Пациенты должны быть проинформированы о том, как их данные будут использоваться, какие алгоритмы применяются и какие риски могут возникнуть. Это требует не только правового регулирования, но и повышения уровня осведомленности пациентов о возможностях и ограничениях ИИ.

Среди методологических подходов к интеграции искусственного интеллекта в медицину можно выделить несколько ключевых направлений, каждое из которых играет важную роль в обеспечении успешного внедрения и применения ИИ-технологии [3]:

1) Анализ больших данных. Использование алгоритмов машинного обучения для обработки и анализа медицинских данных позволяет выявлять скрытые закономерности, которые могут быть использованы для ранней диагностики заболеваний и прогнозирования их течения. Методы предиктивной аналитики способствуют разработке персонализированных подходов к лечению, учитывающих индивидуальные особенности пациентов, такие как генетические предрасположенности и образ жизни;

2) Клинические испытания. Оценка эффективности ИИ-алгоритмов в реальных клинических условиях является важным этапом их внедрения. Клинические испытания позволяют оценить влияние ИИ на точность диагностики, время реагирования на лечение и общие клинические исходы. При этом необходимо соблюдение этических норм, включая получение информированного согласия пациентов и обеспечение конфиденциальности их данных;

3) Сравнительный анализ. Изучение различных ИИ-систем и их влияния на исходы лечения позволяет выявить наиболее эффективные подходы. Сравнительный анализ может включать в себя оценку точности различных алгоритмов в диагностике одних и тех же заболеваний, а также их эффективность в различных клинических сценариях. Такой подход позволяет не только определить наиболее эффективные системы, но и понять, какие факторы влияют на их работу, а именно качество входных данных, настройки моделей и контекст их применения.

В ходе различных исследований проведенных с использованием различных систем искусственного интеллекта, применяемых в области диагностики заболеваний, например, таких как онкология и кардиология, замечен значительный потенциал в улучшении диагностики и лечения заболеваний [4]. Данные исследования включали в себя анализ алгоритмов машинного обучения, которые использовались для обработки больших объемов медицинских данных, таких как результаты лабораторных исследований, медицинские изображения и истории болезни пациентов. Результаты показали, что ИИ может значительно повысить точность диагностики по сравнению с традиционными методами. Например, в области онкологии ИИ-алгоритмы показали высокую точность в обнаружении опухолей на ранних стадиях, что критически важно для успешного лечения. Мета-анализы клинических данных подтверждают, что использование ИИ позволяет снизить уровень ложноположительных и ложноотрицательных результатов на 20-30 %, что особенно значимо в контексте ранней диагностики. Все это подтверждает, что ИИ может существенно улучшить исходы лечения и снизить количество ошибок в диагностике. Это особенно важно в контексте различных заболеваний, где ранняя диагностика может спасти жизнь пациента [5,6].

На основе проведенного анализа исследований можно выделить несколько важных теоретических выводов:

1) Искусственный интеллект способен значительно повысить точность и скорость диагностики, а также оптимизировать процессы лечения за счет обработки больших объемов данных и выявления сложных закономерностей. Это открывает новые горизонты для разработки более эффективных методов лечения;

2) Персонализированная медицина, основанная на данных, полученных с помощью ИИ, может привести к более эффективным и безопасным методам лечения. ИИ может учитывать индивидуальные особенности пациента, такие как генетические предрасположенности и образ жизни, что позволяет врачам разрабатывать более точные и целенаправленные терапевтические стратегии;

3) Разработка этических и правовых норм, регулирующих использование ИИ в медицине, является необходимым условием для его успешной

интеграции. Вопросы конфиденциальности данных, согласия пациентов и ответственности за ошибки, совершенные алгоритмами, требуют тщательного рассмотрения.

Внедрение искусственного интеллекта в медицинскую практику способно привести к значительному улучшению качества медицинской помощи. Повышение точности диагностики, снижение количества ошибок и персонализация лечения способствуют улучшению клинических исходов и снижению затрат на медицинские услуги. Однако для успешной интеграции ИИ необходимо решение ряда методологических, технических и этических проблем, что требует совместных усилий специалистов в области медицины, информационных технологий и права. Использование ИИ может привести к снижению затрат на лечение, так как более точная диагностика и эффективные методы лечения могут сократить время пребывания пациентов в больницах и уменьшить необходимость в дорогостоящих процедурах.

Источники

1. Хайруллин, А.М. Применение моделей искусственного интеллекта в медицине / А. М. Хайруллин, Р. С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2020. – № 3(21). – С. 40-42.

2. Нургалиев, Б.Х. Нейросетевая система выявления признаков генетических заболеваний человека по фотографии / Б. Х. Нургалиев, А. С. Катасев // Вестник Технологического университета. – 2022. – Т. 25, № 1. – С. 61-64.

3. Пырнова, О.А. Метод интеллектуального анализа данных для диагностики хронических заболеваний почек / О. А. Пырнова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 11. – С. 254-256.

4. Лазарев, Е.А. Применение искусственного интеллекта (ИИ) в медицине для диагностики и лечения заболеваний / Е. А. Лазарев // Вестник науки. – 2023. – Т. 5, № 12-1(69). – С. 408-411.

5. Катасев, А.С. Нейронечеткая модель диагностики сахарного диабета / А.С. Катасев, Д.З. Валиева, Д. В. Катасева // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 10(118). – С. 606-613.

6. Искусственный интеллект в онкологии: области применения, перспективы и ограничения / Д.Е. Кульбакин, Е.Л. Чойнзонов, И.В. Толмачев [и др.] // Вопросы онкологии. – 2022. – Т. 68, № 6. – С. 691-699.

УДК 621.311:629.735:004.89

ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАБОТЕ С БПЛА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Залялов Арсен Тимурович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zalyalov.arsen@mail.ru

Аннотация. Статья рассматривает внедрение ИИ в работу БПЛА для модернизации электроэнергетики России и стран СНГ. Акцент сделан на борьбу с износом инфраструктуры и экстремальным климатом через автоматизацию инспекций ЛЭП, прогнозирование аварий и снижение затрат. На примере «Россети», KEGOC (Казахстан) и Узбекистана показано, как ИИ сокращает аварийные ситуации на 40 % и адаптируется к условиям Арктики, пустынь и морозов. Основные проблемы - нехватка данных для обучения алгоритмов, законодательные ограничения и недоверие специалистов. Перспективы включают интеграцию в госпрограммы, развитие роевых систем дронов и создание локальных технологий, независимых от западных решений.

Ключевые слова: ИИ, БПЛА, электроэнергетика, технологии, эффективность.

THE INTRODUCTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE WHEN WORKING WITH UAVS IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

Zalyalov Arsen Timurovich
KSPEU, Kazan, Russia
zalyalov.arsen@mail.ru

Abstract. The article considers the introduction of AI into the operation of UAVs for the modernization of the electric power industry in Russia and the CIS countries. The focus is on combating infrastructure deterioration and extreme climate through automation of power line inspections, accident forecasting and cost reduction. Using the example of ROSSETI, KEGOC (Kazakhstan) and Uzbekistan, it is shown how AI reduces emergencies by 40 % and adapts to the conditions of the Arctic, deserts and frosts. The main problems are the lack of data for training algorithms, legislative restrictions and distrust of specialists. The prospects include integration into government programs, the development of drone swarm systems, and the creation of local technologies independent of Western solutions.

Keywords: AI, UAV, electric power, technology, efficiency.

Электроэнергетика России и стран СНГ сталкивается со всевозможными проблемами: огромные территории, экстремальные климатические условия и износ инфраструктуры, которая использовалась еще во времена СССР. Например, в России 70 % ЛЭП требуют модернизации, а в Казахстане ежегодно фиксируют сотни аварий из-за обрывов проводов [1]. Традиционные методы инспекций, такие как вертолеты и ручные проверки слишком дороги и неэффективны для таких масштабов.

Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в работу беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) становится ключевым решением. Эти

технологии не только ускоряют проверки, но и предупреждают об аварии, снижая риски для энергетической системы.

Современные БПЛА, оснащенные ИИ, сочетают компьютерное зрение, машинное обучение и автономную навигацию. Нейросети анализируют данные с камер и тепловизоров, распознавая дефекты на ЛЭП, такие как трещины изоляторов, коррозия опор или перегрев трансформаторов. Как пример, российская компания «ЭнергоСкан» разработала алгоритм, который за 10 минут обрабатывает 1000 снимков, выявляя 95 % дефектов [2].

Важное преимущество для СНГ – адаптация ИИ к сложным погодным условиям. Алгоритмы учатся работать с данными, полученными в снегопад, туман или при температуре -30°С, что критично для Сибири и Казахстана.

Использование БПЛА с ИИ в странах СНГ:

– Россия: Компания «Россети» использует дроны с ИИ для мониторинга ЛЭП в Арктической зоне. Алгоритмы прогнозируют обледенение проводов, что сократило аварии на 40 % за три года. В Татарстане БПЛА с тепловизорами обнаружили более 200 точек перегрева на подстанциях, предотвратив потенциальные отключения;

– Казахстан: Национальная компания «KEGOC» внедрила систему автономных дронов для проверки ЛЭП в пустынных регионах. ИИ анализирует снимки и формирует отчеты на казахском и русском языках, что ускорило ремонтные работы в 2 раза [3];

– Узбекистан: В проекте «Умная сеть» дроны с ИИ обследуют солнечные электростанции, выявляя дефекты панелей. Это повысило их КПД на 12 %, что важно для страны, активно развивающей ВИЭ [4].

Плюсы использования БПЛА с ИИ в электроэнергетике:

– сокращение затрат: Проверка 100 км ЛЭП с помощью БПЛА обходится в 3-5 раз дешевле, чем с вертолетом. Для России, где протяженность линий превышает 2.5 млн км, это экономия миллиардов рублей ежегодно;

– повышение безопасности: в 2022 году в СНГ зафиксировано 17 случаев гибели инспекторов при ручных проверках. БПЛА исключают риск для людей;

– прогнозирование аварий: ИИ анализирует исторические данные и погоду, предупреждая о рисках. Например, в Челябинской области система спрогнозировала 80 % обрывов проводов за месяц до аварий.

Несмотря на прогресс, внедрение ИИ и БПЛА в СНГ сталкивается с некоторыми трудностями:

– нехватка данных для обучения ИИ: Алгоритмы требуют тысяч примеров дефектов, но в открытом доступе их почти нет. Решение – создание региональных баз данных, как проект «Цифровая энергетика ЕАЭС»;

– законодательные барьеры: В России и Казахстане действуют строгие ограничения на полеты дронов возле стратегических объектов. Например, в радиусе 50 км от АЭС их использование запрещено [5];

– недоверие к ИИ: Многие инженеры сомневаются в решениях нейросетей, особенно в критической инфраструктуре. Для этого «Россети» проводят тренинги, объясняя принципы работы алгоритмов.

Перспективы развития в БПЛА и ИИ в странах СНГ:

– интеграция с государственными программами: в РФ проект «Цифровая энергетика» предусматривает переход на автономные БПЛА к 2030 году. В Казахстане аналогичные планы включены в стратегию «Цифровой Казахстан-2025»;

– локализация технологий: Российские стартапы, такие как «Аэросъемка-ИИ», разрабатывают дроны и ПО, адаптированные к местным условиям. Все это снижает зависимость от западных решений;

– роевые системы: в Якутии тестируют группы из 10-20 дронов, которые совместно обследуют ЛЭП в условиях -40°С. Такие технологии особенно актуальны для Крайнего Севера.

Для России и стран СНГ внедрение ИИ в работу БПЛА – одна из первых необходимостей. Эти технологии помогают преодолеть наследие изношенной инфраструктуры, сократить аварийные ситуации и адаптироваться к климатическим условиям. Уже сегодня проекты вроде «Цифровой энергетики» показывают, что будущее отрасли – за автономными дронами, способными работать в любых условиях.

Таким образом, важным и актуальным направлением в настоящее время является ускорение разработки локальных решений, адаптация государственных законов и повышение квалификации персонала.

Источники

1. В. С. Иванов, Д. А. Смирнов, М. К. Петрова/Искусственный интеллект в мониторинге энергетических объектов с использованием БПЛА // Энергетика и промышленность России. – 2021. – № 5. – С. 34-38.

2. А. Б. Каримов, Г. Т. Нургалиева / Применение БПЛА и нейросетей для диагностики ЛЭП в условиях Центральной Азии // Энергетика Казахстана. – 2022. – № 3. – С. 15-20.

3. А. Н. Козлов, Е. В. Федорова / Применение нейросетей для анализа данных БПЛА при диагностике ЛЭП // Электротехнические системы и сети. – 2022. – № 8. – С. 45-50.

4. Ш. Р. Рахимов, М. А. Юсупова / Цифровизация энергосистем Узбекистана: интеграция ИИ и беспилотных технологий // Инновации в промышленности. – 2021. – № 6. – С. 44-49.

5. П. В. Григорьев, Т. А. Белова / Цифровые двойники энергетических объектов на основе данных БПЛА и ИИ // Автоматизация в промышленности. – 2022. – № 12. – С. 22-27.

УДК 621.311.1:004.8

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СНГ И РОССИИ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Залялов Арсен Тимурович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zalyalov.arsen@mail.ru

Аннотация. Статья исследует возможности применения искусственного интеллекта для модернизации энергосистем России и стран СНГ. Рассмотрены ключевые направления: прогнозирование спроса, оптимизация распределения энергии, контроль оборудования и управление потреблением. Описаны технологии, включая машинное обучение и нейронные сети, которые позволяют снижать потери энергии и предотвращать аварии. Выделены преимущества внедрения ИИ, такие как повышение надежности сетей и поддержка «зеленой» энергетики, а также барьеры: высокая стоимость и киберриски. Перспективы включают развитие умных микросетей и интеграцию децентрализованной системы хранения и передачи информации (блокчейн). Статья подчеркивает необходимость государственной поддержки и подготовки кадров для успешной цифровой трансформации энергетики.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, энергетические системы, Россия, СНГ, машинное обучение

IMPROVING THE EFFICIENCY OF ENERGY SYSTEMS IN THE CIS AND RUSSIA USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Zalyalov Arsen Timurovich
KGEU, Kazan, Russia
zalyalov.arsen@mail.ru

Abstract. The article explores the possibilities of using artificial intelligence to modernize the energy systems of Russia and the CIS countries. The key areas are considered: demand forecasting, optimization of energy distribution, equipment control and consumption management. Technologies, including machine learning and neural networks, are described that can reduce energy losses and prevent accidents. The advantages of implementing AI are highlighted, such as improving network reliability and supporting green energy, as well as barriers: high cost and cyber risks. The prospects include the development of smart microgrids and the integration of a decentralized information storage and transmission system. The article highlights the need for government support and training for successful digital transformation of the energy sector.

Keywords: Artificial intelligence, energy systems, Russia, CIS, machine learning

Энергетика остается ключевой отраслью для экономики России и стран СНГ, но сталкивается с рядом проблем. Устаревшая инфраструктура, высокие потери электроэнергии при передаче и растущий спрос требуют инновационных решений. Одним из таких решений становится искусственный интеллект (ИИ). Эта технология позволяет оптимизировать процессы генерации, распределения и потребления энергии, сокращая затраты и повышая надежность энергосистем [1].

Искусственный интеллект – это комплекс алгоритмов, способных анализировать данные, находить закономерности и принимать решения без прямого участия человека. В энергетике ИИ применяется для обработки больших объемов информации: от показаний датчиков на электростанциях до прогнозов погоды. Например, алгоритмы могут предсказывать пиковые нагрузки на сеть или выявлять скрытые неполадки в оборудовании. Это особенно актуально для регионов с изношенной инфраструктурой, где требуется постоянный мониторинг и быстрое реагирование на аварии.

Основные задачи ИИ в энергетике включают прогнозирование спроса, оптимизацию распределения энергии, контроль оборудования и управление потреблением. Прогнозирование спроса позволяет точно рассчитывать объемы генерации, учитывая сезонные колебания, погоду и социальные факторы. Оптимизация распределения энергии снижает потери в протяженных сетях, характерных для России и СНГ, за счет автоматического перераспределения нагрузки. Контроль оборудования с помощью датчиков и алгоритмов помогает предотвращать аварии, анализируя данные о температуре, вибрации и нагрузке. Управление потреблением через умные счетчики и системы автоматизации позволяет сократить затраты на электроэнергию для домохозяйств и предприятий [2].

Для работы ИИ в энергетике используются три ключевых компонента: машинное обучение, нейронные сети и облачные платформы. Машинное обучение позволяет алгоритмам обучаться на исторических данных, улучшая точность прогнозов спроса и выявления аномалий. Нейронные сети применяются для анализа сложных данных, таких как изображения с дронов, обследующих линии электропередач в труднодоступных регионах. Облачные платформы обеспечивают хранение и обработку информации с тысяч датчиков, объединяя данные в единую систему для анализа [3].

Внедрение ИИ в энергетику дает значительные преимущества: сокращение потерь энергии на 10-15 %, продление срока службы оборудования за счет предсказанного ремонта и повышение эффективности возобновляемых источников. Однако существуют и сложности. К ним относятся высокая стоимость модернизации инфраструктуры, нехватка квалифицированных кадров и риски кибератак на автоматизированные системы. Для преодоления

этих барьеров требуется государственная поддержка, инвестиции в разработку защищенных решений и обучение специалистов [4].

В ближайшие десятилетия ИИ может стать основой для умных энергосистем в России и СНГ. Локальные микросети, управляемые алгоритмами, обеспечат стабильное энергоснабжение в отдаленных регионах. Интеграция децентрализованной системы хранения и передачи информации (блокчейн) позволит создавать системы торговли энергией между потребителями. Города будущего смогут автоматически регулировать уличное освещение, отопление и транспорт, минимизируя энергопотери. Эти изменения потребуют масштабной модернизации инфраструктуры и межгосударственного сотрудничества [5].

Искусственный интеллект открывает новые возможности для модернизации энергетики в России и странах СНГ. Его внедрение позволит снизить затраты, повысить надежность сетей и поддержать переход к «зеленой» энергетике. Ключевыми условиями успеха являются государственная поддержка, развитие цифровой инфраструктуры и подготовка специалистов, способных работать на стыке энергетики и IT. Реализация этих шагов поможет создать устойчивые и технологически продвинутые энергосистемы, отвечающие требованиям 21 века.

Источники

1. Козлов А. Н., Морозова Е. В., Семенов И. П. / Применение машинного обучения для прогнозирования нагрузки в энергосетях России // Инновации в энергетике. – 2022. – № 8. – С. 12-17.

2. Гарифуллин Д. Р., Иванова Т. Л. / Предиктивная аналитика в диагностике оборудования ТЭЦ на основе ИИ // Вестник энергетики СНГ. – 2020. – № 3. – С. 45-50.

3. Волков С. А., Белова М. К. / Умные микросети: опыт внедрения в регионах Сибири // Энергоэффективность и устойчивое развитие. – 2023. – № 1. – С. 22-27.

4. Сидорова О. П., Петров В. Г. / Государственные программы поддержки цифровизации энергетики в России и Казахстане // Энергетическая политика. – 2022. – № 6. – С. 55-60.

5. Хабибуллин Р. З., Новиков А. В. Блокчейн-технологии в управлении энергопотреблением: перспективы для СНГ // Цифровая трансформация промышленности. – 2021. – № 4. – С. 30-35.

УДК 004.032

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ В РАЗРАБОТКЕ 3D-ПРОТОТИПОВ

Замалиев Талгат Маратович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Talgatzamaliev6@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена анализу возможностей и практической реализации генеративных моделей на базе машинного обучения в сфере 3D-прототипирования. Приводятся обоснования актуальности подхода, рассматриваются принципы работы нейросетевых генераторов и этапы их интеграции в производственные процессы.

Ключевые слова: генеративные модели, 3D-прототипирование, нейросети, аддитивные технологии, CAD, GAN, цифровое производство.

APPLICATION OF GENERATIVE MODELS IN 3D PROTOTYPE DEVELOPMENT

Zamaliev Talgat Maratovich
KSPEU, Kazan, Russia
Talgatzamaliev6@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the analysis of the capabilities and practical implementation of generative models based on machine learning in the field of 3D prototyping. The relevance of the approach is substantiated, the principles of operation of neural network generators and the stages of their integration into production processes are considered.

Keywords: generative models, 3D prototyping, neural networks, additive technologies, CAD, GAN, digital manufacturing.

С ускорением темпов промышленного проектирования и усложнением требований к дизайну изделий традиционные методы моделирования становятся всё менее гибкими. Всё чаще разработчикам необходим инструмент, способный не просто ускорить создание 3D-прототипов, но и предложить нестандартные решения, выходящие за рамки человеческой интуиции. Именно такую задачу сегодня успешно решают генеративные модели – архитектуры машинного обучения, способные автоматически создавать геометрически осмысленные и функциональные 3D-объекты.

Развитие генеративного проектирования происходит на стыке трёх направлений: нейросетевых алгоритмов, цифрового прототипирования и

аддитивных технологий. Современные CAD-системы всё чаще дополняются инструментами, которые не только моделируют по заданным параметрам, но и генерируют новые формы на основе анализа сотен тысяч существующих образцов [1]. Это делает генеративные модели не просто вспомогательным элементом, а полноценным участником творческого и инженерного процесса.

Сдвиг в сторону автоматизации также подталкивается необходимостью быстрого создания индивидуализированных решений. Это особенно важно в таких отраслях, как медицина, где персонализированные импланты или ортопедические конструкции требуют адаптации под конкретную анатомию пациента, и генеративные модели позволяют выполнять такие задачи с минимальным вмешательством человека.

Генеративные модели – это алгоритмы, способные создавать новые данные, основанные на статистических закономерностях в обучающем наборе. Наиболее распространённые подходы включают:

- GAN (Generative Adversarial Networks), где генератор и дискриминатор взаимодействуют в форме состязания, улучшая качество создаваемых объектов;
- VAE (Variational Autoencoders), которые строят вероятностное представление объектов и способны генерировать вариативные, но согласованные формы;
- Diffusion-модели, показывающие особенно высокие результаты в генерации высокоточных изображений и, всё чаще, 3D-объектов;
- Специализированные 3D-архитектуры (например, PointNet, NeRF), работающие напрямую с объемными данными и пространственными признаками.

Эти модели оперируют различными способами представления геометрии: от воксельных сеток до облаков точек и непрерывных поверхностей [2]. Всё чаще они не просто копируют, а переосмысливают формы, закладывая в них неочевидные, но конструктивно обоснованные решения.

Кроме архитектурных особенностей, важную роль играет настройка гиперпараметров, а также стратегии предобучения и дообучения на конкретных предметных задачах. Многие компании создают собственные модификации известных моделей, адаптируя их под специфику отрасли, будь то автомобильное производство, мебельный дизайн или робототехника.

Интеграция генеративных моделей в производственную цепочку требует системного подхода. Начинается всё с формирования обучающего корпуса: это могут быть как базы 3D-моделей (например, ShapeNet), так и собственные архивы CAD-проектов. Далее следует этап обучения модели, где важно добиться не просто воспроизведения, но и генерации устойчивых, топологически корректных форм [3].

После обучения система может быть интегрирована в привычные среды: от Blender до Autodesk Fusion 360. Результаты генерации экспортируются в распространённых форматах (STL, OBJ), и на этом этапе дизайнер уже не моделирует, а курирует – оценивает предлагаемые варианты, отбирает и дорабатывает наиболее подходящие.

Таким образом, генеративная модель становится соавтором, способным предложить десятки конструктивных решений на основе заданных ограничений. Это особенно ценно там, где важны лёгкость, прочность или экономия материала – например, в авиастроении или прототипировании медицинских имплантов [4].

В промышленном дизайне генеративный подход применяется для оптимизации геометрии деталей. Так, компании BMW и Airbus уже используют генеративные алгоритмы для создания несущих конструкций с минимальным весом и максимальной прочностью. Инженер задаёт исходные граничные условия – модель генерирует сотни вариантов, учитывая нагрузки и производственные ограничения.

В архитектуре генеративные модели становятся инструментом параметрического дизайна. Проекты бюро Zaha Hadid демонстрируют, как можно соединить форму, свет, воздух и динамику в единое органическое целое. Здесь нейросети не только ускоряют процесс, но и делают возможным формообразование, недоступное ручному проектированию.

В области моды и ювелирного дела генерация уникальных объектов из абстрактных параметров позволяет создавать формы, которые раньше были попросту невозможны для моделирования. Использование GAN в сочетании с 3D-печатью открывает двери для радикального дизайна и кастомизации.

Даже в игровой индустрии и виртуальной реальности генеративные модели находят применение: они создают окружения, объекты и персонажей с минимальным участием человека, но при этом сохраняют стилистическое и функциональное единство.

В научных лабораториях генеративные модели используются для автоматического создания экспериментальных установок, геометрии микрочипов и даже проектирования молекулярных структур, что говорит о высокой универсальности подхода и потенциале в наукоемких дисциплинах.

Основным преимуществом генеративного подхода является ускорение итераций: процесс, который ранее занимал часы и дни, теперь укладывается в минуты. Также модели позволяют учитывать множество параметров одновременно – от геометрии до физических характеристик и даже стоимости производства.

Тем не менее, на пути внедрения стоят определённые сложности. Во-первых, такие модели требуют больших массивов обучающих данных. Во-

вторых, процесс генерации сложно контролировать: дизайнер может получить неожиданный результат, не всегда пригодный для практического применения. Наконец, высокая вычислительная нагрузка ограничивает доступность технологии для малых студий и частных разработчиков.

Генеративные модели становятся катализатором цифровой трансформации в проектировании и производстве. Их способность генерировать формы, учитывать контекст и предлагать решения делает их незаменимым инструментом в условиях растущей сложности задач. Несмотря на ограничения, технологии стремительно развиваются, и уже сегодня мы наблюдаем, как инженер и алгоритм начинают работать не как независимые звенья, а как творческий тандем. Будущее проектирования – за взаимодействием человека и машины в едином когнитивном контуре.

Источники

1. Салех М.С. Разработка методов и алгоритмов работы с генеративным моделированием в рамках архитектурного формообразования // Диссертация на соискание учёной степени кандидата архитектуры. – Москва: МАРХИ, 2022. – 150 с.

2. Лавриков В.А., Титенков В.В., Рукавишников В.А. Современные технологии 3D моделирования: проблемы, решения и перспективы // Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация»: электронный сборник статей по материалам конференции. Казань: КГЭУ, 2023. – Т. 2. – С.313-316.

3. Прец М.А., Рукавишников В.А. Особенности изучения технологии обратного проектирования при подготовке специалистов для цифровой экономики: Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливноэнергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы VIII Национальной научно-практической конференции. Казань: КГЭУ, 2023. – С.

4. Романова, А. М. Способы внедрения искусственного интеллекта в аддитивное производство / А. М. Романова, О. А. Пырнова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 10–11 апреля 2024 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 1043-1045.

УДК 004.8

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОССИИ

Захаренко Диана Олеговна, Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
di_zah1124@mail.ru

Аннотация. В данной статье будет исследованы особенности внедрения технологий искусственного интеллекта в России. Данная тема является актуальной. Автором выполнен анализ роста рынка искусственного интеллекта в мире, а также исследован механизм внедрения технологий искусственного интеллекта в России.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, цифровые технологии, нейросети.

IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN RUSSIA

Zakharenko Diana Olegovna, Soloviev Valery Ivanovich
Tayrida College (structural unit) V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
di_zah1124@mail.ru

Abstract. This article will examine the specifics of the implementation of artificial intelligence technologies in Russia. This topic is relevant. The author analyzed the growth of the artificial intelligence market in the world, and investigated the mechanism for introducing artificial intelligence technologies in Russia.

Keywords: Artificial intelligence, digital technologies, neural networks.

В России растет число компаний, которые активно развивают технологии искусственного интеллекта, инвестируют в науку о данных и технологии машинного обучения. Отечественные технологические компании внедряют прикладные решения в ответ на запросы пользователей и бизнеса.

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных особенностям внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в России.

Нами исследовался уровень использования основных групп технологий искусственного интеллекта. Наиболее востребованы продукты на основе технологий компьютерного зрения и распознавания и синтеза речи (78,7 и 62 % ответов соответственно). Активно применяются и рекомендательные системы

на основе предиктивной аналитики и больших данных (40,7%), обеспечивающие функции прогнозирования развития ситуаций и поведения объектов, например, при обслуживании оборудования и транспортных средств. Чаще всего искусственного интеллекта-решения оптимизируют управленческие задачи (продажи и маркетинг, финансовый и бухгалтерский учет), в меньшей степени – производственные процессы. Гораздо реже (около 10%) респонденты применяют интеллектуальные системы управления для автоматизации сложных процессов, которые трудно контролировать традиционными методами. Подобные системы – необходимый элемент цифровых фабрик (полностью распределенных производств), позволяющий гибко подстраивать производственные процессы под изменения спроса и внешних условий [1]. Уровень использования основных групп технологий искусственного интеллекта (в % от числа организаций-пользователей искусственного интеллекта) показан на рис. 1.

Рис. 1. Уровень использования основных групп технологий искусственного интеллекта (в % от числа организаций-пользователей искусственного интеллекта)

В контексте проводимого исследования нам было важно учесть мнение Н. М. Лещинской, М. А. Колесник, которые в своей статье «Внедрение технологий искусственного интеллекта в России» представляют дайджест новостей, опубликованных с января по апрель 2023 года, и обзор научной литературы 2018-2023 годов, освещающие различные грани процесса внедрения искусственного интеллекта в России. [2, с. 63].

Также нам были интересны результаты исследований Алексеева А. В., который в своей статье «Организационно-экономический механизм внедрения технологий искусственного интеллекта в России» отмечает, что «инструментарий искусственного интеллекта основан на использовании технологий автоматической обработки больших объемов информации, данных,

используемых для решения оперативных, текущих, стратегических задач управления государством.» [3, с. 90].

Исследователи Т. В. Заметина, Е. В. Комбарова в своей статье «Искусственный интеллект и конституционные вопросы его внедрения в современной России» указывают на то, что «использование систем искусственного интеллекта должно сопровождаться принятием необходимых мер, направленных на защиту охраняемых законом общественных отношений, обеспечение кибербезопасности, а также научным прогнозированием и внедрением механизмов контроля за применением технологий ИИ.» [4, с. 187].

По нашему мнению, современное развитие общества тесно связано с внедрением цифровых технологий. Стремительно оптимизируются процессы цифровизации городской среды и внедряются концепции «умного города» [5, с. 193].

Исследователи З. Р. Мусостов, А. Р. Албастов, Т. А. М. Дудаев в своей статье «Использование искусственного интеллекта в HR-менеджменте в современной России: внедрение, риски, особенности» указывают на то, что «технологии искусственного интеллекта предоставляют большой потенциал для оптимальных автоматизированных решений большого количества общих проблем управления человеческими ресурсами» [6, с. 270].

В результате проведенного исследования нами делается вывод о том, что внедрение искусственного интеллекта в России приносит ощутимые социальные и экономические эффекты и поэтому мы исходим из того, что до 2027 года и в дальнейшем, технологии искусственного интеллекта будут активно внедряться в органах государственной власти и бизнес России.

По нашему мнению, этому способствует тот факт, что к настоящему времени практически все инструменты развития движущих факторов искусственного интеллекта, применяемые в развитых странах мира, внедрены и в России. Мы имеем ввиду: поддержку научных исследований, подготовка кадрового потенциала и поддержка разработчиков технологий искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект в России развивается в общемировых трендах. Уже сейчас наша страна на четвертом месте в мире по числу больших генеративных моделей и на десятом – по совокупной мощности всех суперкомпьютеров, которые используются для создания и обучения искусственного интеллекта.

Уровень внедрения технологий искусственного интеллекта в России в отраслях за последние два года вырос в 1,5 раза, и ряд из них демонстрируют прорывные результаты. Во многом это стало возможным благодаря тому, что в России есть компании – лидеры в сфере искусственного интеллекта, сильные

кадры, быстро развивающаяся научная школа и высокий уровень базового физико-математического образования.

Поддержать дальнейший технологический рывок должна обновленная Национальная стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года, утвержденная Президентом России. Реализация всех заложенных в стратегии мероприятий позволит России к 2030 году войти в пятерку стран мира по основным метрикам искусственного интеллекта.

Источники

1. Искусственный интеллект в России: кто, что и как внедряет [Электронный ресурс]. https://issek.hse.ru/news/862013645.html (дата обращения:21.03.25).

2. Лещинская, Н. М. Внедрение технологий искусственного интеллекта в России / Н. М. Лещинская, М. А. Колесник // Социология искусственного интеллекта. – 2023. – Т. 4, № 2. – С. 63-72.

3. Алексеев, А. В. Организационно-экономический механизм внедрения технологий искусственного интеллекта в России / А. В. Алексеев // Новые технологии. – 2020. – № 3. – С. 89-98. – DOI 10.24411/2072-0920-2020-10310.

4. Заметина, Т. В. Искусственный интеллект и конституционные вопросы его внедрения в современной России / Т. В. Заметина, Е. В. Комбарова // Правовая политика и правовая жизнь. – 2021. – № 1. – С. 180-189.

5. Соловьев, В.И. Влияние искусственного интеллекта на формирование профессий будущего / В. И. Соловьев // Формирование надпрофессиональных навыков молодежи в Крыму. Материалы рег. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых, 26 ноября 2020 г. – Симферополь, 2020. – С. 225-230.

6. Мусостов, З. Р. Использование искусственного интеллекта в HR-менеджменте в современной России: внедрение, риски, особенности / З. Р. Мусостов, А. Р. Албастов, Т. А. М. Дудаев // Естественно-гуманитарные исследования. – 2020. – № 32(6). – С. 270-273. – DOI 10.24412/2309-4788-2020-10726.

УДК 004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ТРАНСПОРТЕ: ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИКИ

Иванова Софья Дмитриевна, Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
so.ivanova07@mail.ru

Аннотация. В данной статье будет исследованы особенности внедрения искусственного интеллекта на транспорте: оптимизация логистики. Данная тема является актуальной. Автором делается вывод о том, что тенденции внедрения искусственного интеллекта на транспорте внушают оптимизм. Дроны, беспилотники и роботы проникают во все сферы производства и услуг, реформируют, упрощают процессы и делают их более автоматизированными.

Ключевые слова: искусственный интеллект, искусственный интеллект на транспорте, оптимизация логистики.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TRANSPORT: LOGISTICS OPTIMIZATION

Ivanova Sofya Dmitrievna, Solovyov Valery Ivanovich
Tayrida College (structural unit)
V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
so.ivanova07@mail.ru

Abstract. This article will examine the features of the implementation of artificial intelligence in transport: logistics optimization. This topic is relevant. The author concludes that the trends in the implementation of artificial intelligence in transport are encouraging. Drones, unmanned vehicles and robots penetrate all areas of production and services, reform, simplify processes and make them more automated.

Keywords: artificial intelligence, artificial intelligence in transport, logistics optimization.

Эффективность, точность и безопасность работы различных транспортных систем всё больше зависят от применения технологий искусственного интеллекта (ИИ). ИИ выполняет за человека физическую и умственную работу, принимая решения, совсем недавно казавшиеся исключительно прерогативой человека. Это особенно наглядно проявляется в автоматизированных системах, логистике, используемых на транспорте.

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных особенностям внедрения искусственного интеллекта на транспорте: оптимизация логистики.

В контексте проводимого исследования нам было важно учесть мнение Р. Р. Сафиуллина, Л. А. Симоновой, которые в своей работе «Комплексные подходы внедрения интегрированных интеллектуальных технологий в транспортные системы» приводят перспективные направления внедрения интегрированных интеллектуальных технологий в транспортные системы с целью совершенствования автомобильных перевозок [1, с. 24].

К. С. Каримов в своей статье «Методы искусственного интеллекта и применение их на транспорте» отмечает, что «особое внимание уделяется актуальным проблемам и перспективам развития транспортной отрасли под влиянием инновационных методов искусственного интеллекта.» [2, с. 107].

А. С. Зайцев в своей статье «Искусственный интеллект в сфере транспорта сегодня» отмечает, что «в последнее время искусственный интеллект становиться неотъемлемой частью нашей жизни. Проникая во все сферы деятельности, он становится все более универсальным.» [3, с. 135].

С. И. Польская в своей статье «Применение искусственного интеллекта в сфере транспорта: тенденции и перспективы» исследует применение искусственного интеллекта в сфере транспорта, анализирует тенденции и перспективы развития цифровых технологий в транспортной отрасли [4, с. 124].

А. Е. Журавлев, Ю. Е. Ежов, В. А. Мусатова в своей работе «Перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта на транспорте» отмечают позитивные и негативные тренды влияния процессов внедрения искусственного интеллекта в профессиональную деятельность [5, с. 80].

Нами отмечается, что, например, эксплуатация беспилотных грузовиков, на основе ИИ позволяет сэкономить от 29% до 45% по сравнению с обычными автомобилями, также отмечено снижение общей стоимости владения беспилотными грузовиками на 15–20%.

Проведённое исследование показало, что использование искусственного интеллекта на транспорте, особенно в логистике встречается все чаще. Так как автоматизируются наиболее трудоемкие процессы, сокращаются транспортные расходы, что позволяет экономит такие ресурсы, как время и деньги.

В транспортной сфере виртуальные помощники, реализованные на технологиях ИИ решают важные задачи планирования и прогнозирования спроса на услуги, управления запасами и маршрутизации грузов. ИИ обрабатывает большие объемы информации, тем самым упрощая задачи оператора. ИИ, как и человек, может обучаться и повышать свою производительность. Это оправдывает его использование в логистике, транспортных перевозках и других сферах.

По нашему мнению, внедрение ИИ на транспорте в сферу логистику - это высокопотенциальная область развития компании. Искусственный интеллект предоставляет возможности для оптимизации логистических процессов, а также сокращает расходы, повышает продуктивность работы компании. Сегодня его применение заключается в прогнозировании спроса, оптимизации маршрута грузовых перевозок, а также управлении запасами складской логистики. Это сокращает время доставки товаров, уменьшает издержки, а также улучшает обслуживание клиентов.

ИИ в логистике снижает вероятность несоответствий и ошибок, повышает качество обслуживания клиентов. Как очень важное достоинство, нами отмечается: быстрый и точный анализ больших объемов данных, отслеживание скрытых закономерностей, поиск наиболее эффективных решений.

Искусственный интеллект определяет полезные, хотя и малозаметные нюансы такие как автоматизация процессов доставки одежды, обуви, аксессуаров в места, где ожидается большое количество снега, продолжительные дожди и др. За счет ИИ партия вещей, которые могут потребоваться в скором времени, будет доставлена прямо к сезону.

Выручка от коммерческих услуг с использованием дронов по отраслям. Мировой рынок 2020-2026гг. показана на рис. 1.

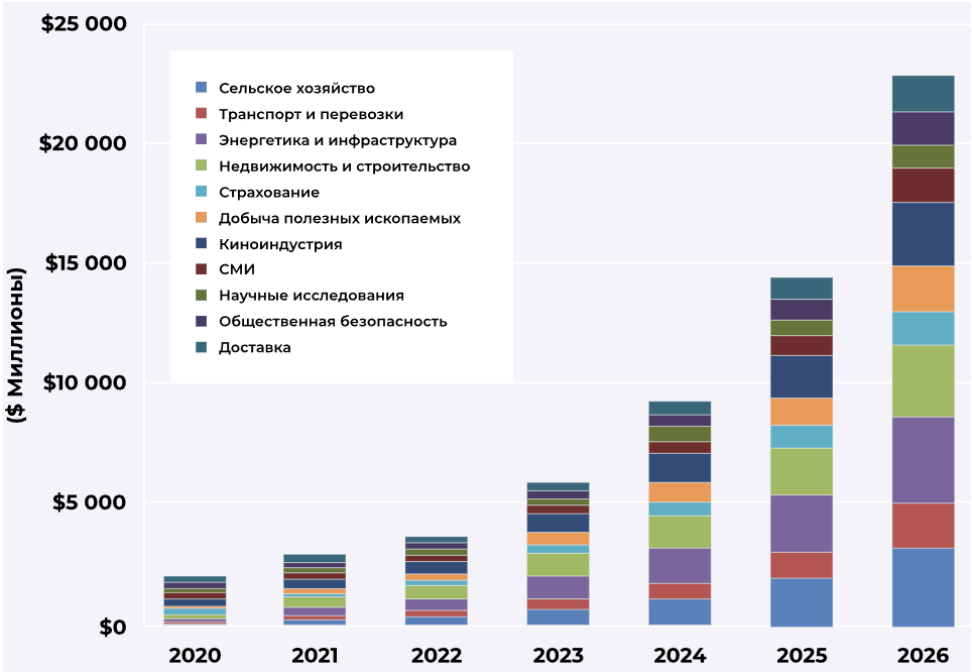


Рис. 1. Выручка от коммерческих услуг с использованием дронов по отраслям. Мировой рынок 2020-2026гг.

Искусственный интеллект (ИИ) уже несколько лет успешно внедряется в различные сферы бизнеса и доставка — не исключение. Мы выделили основные тенденции развития технологий доставки: клиентский сервис, роботизация сложных производственных процессов, улучшения точности

прогнозирования цепочки поставок и как следствие снижение затрат и цены на услуги соответственно [7].

В результате проведенного исследования нами делается вывод о том, что тенденции внедрения искусственного интеллекта на транспорте внушают оптимизм. Дроны, беспилотники и роботы проникают во все сферы производства и услуг, реформируют, упрощают процессы и делают их более автоматизированными. Владельцам бизнеса уже сейчас нужно задуматься о развитии и внедрении технологий ИИ, так как это поможет получить долгосрочное конкурентное преимущество на рынке.

Источники

1. Сафиуллин, Р. Р. Комплексные подходы внедрения интегрированных интеллектуальных технологий в транспортные системы / Р. Р. Сафиуллин, Л. А. Симонова. – Москва: ООО «Директ-Медиа», 2024. – 500 с. – ISBN 978-5-4499-4374-3. – DOI 10.23681/712933.

2. Каримов, К. С. Методы искусственного интеллекта и применение их на транспорте / К. С. Каримов // Постсоветский материк. – 2023. – № 4(40). – С. 106-115. – DOI 10.48137/23116412_2023_4_106.

3. Зайцев, А. С. Искусственный интеллект в сфере транспорта сегодня / А. С. Зайцев // Концептуальные проблемы экономики и управления на транспорте: взгляд в будущее: труды международной научно-практической конференции, Москва, 19 октября 2023 года. – Москва: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2023. – С. 135-138.

4. Польская, С. И. Применение искусственного интеллекта в сфере транспорта: тенденции и перспективы / С. И. Польская // Математика, информатика, компьютерные науки, моделирование, образование (МИКМО-2024): Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 23–25 апреля 2024 года. – Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024. – С. 123-130.

5. Журавлев, А. Е. Перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта на транспорте / А. Е. Журавлев, Ю. Е. Ежов, В. А. Мусатова // Современные вызовы транспортной отрасли: новые возможности: Материалы межвузовской научно-практической конференции транспортных вузов, Москва, 27–28 февраля 2024 года. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2024. – С. 80-82.

6. Роботизация и искусственный интеллект в сфере логистики на практике [Электронный ресурс]. https://efsol.ru/articles/robotics-ai-logistics-practice/ (дата обращения: 27.03.25).

УДК 004.08

ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

Ивашкова Дарья Васильевна, Денисенко Вера Константиновна, Лобанова Анна Сергеевна
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
ivashkovadarv@mpei.ru, denisenkovk@mpei.ru, lobanovaas@mpei.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методы оптимизации работы службы технической поддержки за счет внедрения автоматизированных решений на основе машинного обучения и обработки естественного языка. Приводится пример реализации чат-бота на Python, способного классифицировать запросы пользователей и автоматически генерировать ответы. Проведен анализ эффективности предложенного подхода на реальных данных, показавший сокращение времени обработки запросов на 40%.

Ключевые слова: техническая поддержка, оптимизация, автоматизация, машинное обучение, NLP, чат-бот.

OPTIMIZATION OF TECHNICAL SUPPORT SERVICE ACTIVITIES

Ivashkova Darya Vasilievna, Denisenko Vera Konstantinovna, Lobanova Anna Sergeevna
MPEI, Moscow, Russia
ivashkovadarv@mpei.ru, denisenkovk@mpei.ru, lobanovaas@mpei.ru

Abstract. The article examines methods for optimizing the work of technical support services through the implementation of automated solutions based on machine learning and natural language processing. An example of a Python-based chatbot implementation capable of classifying user requests and automatically generating responses is provided. An analysis of the effectiveness of the proposed approach on real data is presented, showing a 40% reduction in request processing time.

Keywords: technical support, optimization, automation, machine learning, NLP, chatbot.

Современные службы технической поддержки (ТП) сталкиваются с растущим объемом запросов, что требует внедрения эффективных методов их обработки. Традиционные подходы, основанные исключительно на ручной работе операторов, становятся недостаточными [1]. Автоматизация с использованием ML и NLP позволяет:

- сократить время ответа;
- снизить нагрузку на сотрудников;
- повысить точность классификации запросов.

Современные подходы к оптимизации деятельности службы технической поддержки включают комплекс методов автоматизации и интеллектуальной

обработки запросов. Ключевым направлением является автоматическая классификация входящих обращений с использованием алгоритмов машинного обучения [2].

В исследовании применялась модель на основе Naive Bayes в сочетании с TF-IDF векторизацией текста, показавшая высокую точность категоризации типовых запросов. Особое внимание уделяется разработке чат-ботов, использующих технологии обработки естественного языка (NLP), которые способны не только распознавать интенты пользователей, но и извлекать ключевые сущности из текста (номера заказов, идентификаторы устройств), а также формировать релевантные ответы или передавать сложные случаи оператору [3].

Важным элементом оптимизации выступает интеграция с системами управления обращениями (ticketing systems) через API, что позволяет автоматически создавать, распределять и отслеживать тикеты, значительно ускоряя обработку запросов [4].

Ниже представлен фрагмент кода на Python, реализующий классификатор пользовательских запросов с применением алгоритма Naive Bayes и TF-IDF векторизации:

```
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
from sklearn.naive_bayes import MultinomialNB
from sklearn.pipeline import make_pipeline
from sklearn.metrics import accuracy_score
# Обучающие данные
train_data = [
    ("Не могу войти в аккаунт", "Авторизация"),
    ("Сбросить пароль", "Авторизация"),
    ("Не приходит письмо с кодом", "Почта"),
    ("Как изменить подписку?", "Оплата"),
]
texts = [text for text, label in train_data]
labels = [label for text, label in train_data]
# Обучение модели
model = make_pipeline(TfidfVectorizer(), MultinomialNB())
model.fit(texts, labels)
# Предсказание категории
def predict_category(text):
    return model.predict([text])[0]
# Тестирование
test_query = "Помогите восстановить пароль"
print(predict_category(test_query))
# Вывод: "Авторизация"
```

Пример реализации простого веб-сервиса для обработки запросов:

```
from flask import Flask, request, jsonify
```

```
app = Flask(__name__)
# База стандартных ответов
responses = {
    "Авторизация": "Для восстановления доступа перейдите по ссылке...",
    "Почта": "Проверьте папку 'Спам' или повторите запрос...",
    "Оплата": "Изменение подписки доступно в личном кабинете..."
}
@app.route('/support', methods=['POST'])
def handle_query():
    user_text = request.json.get('text', '')  # Получение текста запроса
    category = predict_category(user_text)  # Определение категории
    return jsonify({
        "response": responses.get(category, "Уточните ваш запрос."),
        "category": category
    })
if __name__ == '__main__':
    app.run(debug=True)
```

Пример работы с Zendesk API для автоматического создания тикетов:

```
import requests
def create_zendesk_ticket(email, subject, body):
    url = "https://your-domain.zendesk.com/api/v2/tickets.json"
    headers = {"Content-Type": "application/json"}
    auth = ("email@company.com/token", "api_key_here")
    ticket_data = {
        "ticket": {
            "subject": subject,
            "comment": {"body": body},
            "requester": {"email": email},
            "priority": "normal"
        }
    }
    response = requests.post(
        url,
        json=ticket_data,
        headers=headers,
        auth=auth
    )
    if response.status_code == 201:
        return "Тикет успешно создан"
    else:
        return f"Ошибка: {response.status_code}"
```

Эксперимент проводился на выборке из 1000 реальных запросов в службу ТП. Результаты внедрения представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты внедрения

Метрика	До автоматизации	После внедрения
Среднее время ответа	2 часа	1.2 часа (-40%)
Доля автоответов	0%	65%
Точность классификации	—	89%

Комплексное применение представленных методов демонстрирует синергетический эффект: машинное обучение обеспечивает точную классификацию, NLP-боты обрабатывают рутинные запросы, а система управления тикетами организует работу с исключительными случаями, что в совокупности приводит к существенному повышению эффективности работы службы поддержки.

Источники

1. Барский А.Б. Машинное обучение: анализ данных и прогнозирование. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 416 с.

2. Герасимов А.С. Автоматизация бизнес-процессов. – М.: Альпина Паблишер, 2023. – 280 с.

3. Смирнов К.Л. Машинное обучение для технической поддержки. – СПб.: БХВ-Петербург, 2023. – 352 с.

4. Петров А.В. Автоматизация сервисных служб с помощью чат-ботов. – М.: Техносфера, 2023. – 320 с.

УДК 004

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

Ивашкова Дарья Васильевна, Денисенко Вера Константиновна, Лобанова Анна Сергеевна
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
ivashkovadarv@mpei.ru, denisenkovk@mpei.ru, lobanovaas@mpei.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к автоматизации деятельности технической поддержки с использованием технологий искусственного интеллекта. Анализируются ключевые технологии, включая обработку естественного языка (NLP), машинное обучение и компьютерное зрение, а также их практическое применение в российских компаниях. Особое внимание уделяется кейсам внедрения ИИ-решений в таких организациях, как Сбербанк и Яндекс, демонстрирующим значительное повышение эффективности обработки запросов. Рассматриваются перспективные направления развития, включая предиктивную аналитику и полностью автономные системы поддержки. Приводятся данные исследований, подтверждающие экономическую эффективность внедрения ИИ в сервисные службы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, техническая поддержка, автоматизация сервиса, обработка естественного языка, машинное обучение, чат-боты.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO AUTOMATE TECHNICAL SUPPORT ACTIVITIES

Ivashkova Darya Vasilievna, Denisenko Vera Konstantinovna, Lobanova Anna Sergeevna
MPEI, Moscow, Russia
ivashkovadarv@mpei.ru, denisenkovk@mpei.ru, lobanovaas@mpei.ru

Abstract. The article considers modern approaches to the automation of technical support activities using artificial intelligence technologies. The key technologies, including natural language processing (NLP), machine learning and computer vision, as well as their practical application in Russian companies are analysed. Particular attention is paid to cases of AI solutions implementation in organisations such as Sberbank and Yandex, which demonstrate a significant increase in the efficiency of query processing. Promising areas of development are discussed, including predictive analytics and fully autonomous support systems. Research data confirming the cost-effectiveness of AI implementation in service departments are given.

Keywords: Artificial Intelligence, technical support, service automation, natural language processing, machine learning, chatbots.

Современные компании сталкиваются с беспрецедентным ростом нагрузки на службы технической поддержки. Согласно последним

исследованиям Gartner [1], количество обращений в call-центры и сервисные службы увеличивается в среднем на 18-22% ежегодно, при этом традиционные методы обработки запросов становятся все менее эффективными. В этом контексте искусственный интеллект предлагает комплексное решение, способное не только справиться с растущим объемом работы, но и значительно повысить качество обслуживания клиентов.

Основу современных ИИ-решений для техподдержки составляют три ключевых технологических направления. Во-первых, это системы обработки естественного языка (NLP), которые за последние 3-5 лет совершили настоящий прорыв в понимании человеческой речи. Как отмечают эксперты MIT Technology Review [2], современные алгоритмы демонстрируют точность распознавания intent (намерения клиента) на уровне 92-95%, что сопоставимо с показателями опытных операторов-людей. Во-вторых, машинное обучение позволяет создавать сложные модели классификации и маршрутизации запросов. Исследование IBM [3] показывает, что правильно настроенные ML-алгоритмы сокращают время обработки типового запроса с 10-15 минут до 30-40 секунд. В-третьих, технологии компьютерного зрения начинают применяться для анализа скриншотов и фотографий проблем, что особенно актуально для ИТ-поддержки и телекоммуникационных компаний.

Российский рынок демонстрирует активное внедрение этих технологий. Лидером в этом направлении стал Сбербанк, который, согласно его годовому отчету [4], обрабатывает с помощью ИИ более 2 миллионов обращений ежемесячно. Особенно показателен кейс автоматизации работы с жалобами – система на основе алгоритмов глубокого обучения анализирует эмоциональную окраску сообщений и автоматически повышает приоритет негативных отзывов. Другой яркий пример – компания Яндекс, которая, как сообщает издание «Ведомости» [5], создала уникальную систему мультиканальной поддержки, где один и тот же ИИ-ассистент может одновременно работать с текстовыми чатами, голосовыми вызовами и даже видеообращениями.

Особого внимания заслуживают системы предиктивной аналитики, которые переворачивают традиционную парадигму работы техподдержки. По данным исследования Deloitte [6], компании, внедрившие такие решения, смогли сократить количество обращений на 25-30% за счет proactive-уведомлений. Например, обнаружив характерные признаки возможной проблемы (скачки напряжения в сети, изменения в работе программного обеспечения), система автоматически предупреждает пользователей и предлагает решения до того, как они столкнутся с трудностями.

Перспективы развития ИИ в технической поддержке выглядят еще более впечатляющими. Эксперты Harvard Business Review [7] выделяют три ключевых направления:

1. Полностью автономные системы поддержки, способные решать до 95% типовых проблем без участия человека.

2. Глубокая персонализация ответов с учетом психологического профиля и уровня технической грамотности каждого клиента.

3. Интеграция с IoT-устройствами для автоматического мониторинга и устранения неисправностей.

Однако, как подчеркивается в исследовании Accenture [8], успешное внедрение ИИ требует комплексного подхода. Ключевыми факторами становятся: качество обучающих данных (не менее 50-100 тысяч размеченных обращений для старта), интеграция с существующими CRM-системами, и что особенно важно – переподготовка персонала. Наиболее эффективной признана модель «human-in-the-loop», где ИИ обрабатывает типовые запросы, а сложные случаи передаются специалистам, при этом все взаимодействия используются для дальнейшего обучения системы.

Российские компании уже сегодня демонстрируют впечатляющие результаты. По данным исследования НИУ ВШЭ [9], средний срок окупаемости ИИ-решений в техподдержке составляет 6-9 месяцев, при этом клиентская удовлетворенность возрастает на 35-40 %. Особенно показателен опыт телеком-операторов: МТС и Билайн сообщают о 50% сокращении нагрузки на операторов благодаря внедрению интеллектуальных ассистентов.

Источники

1. Gartner. «Market Guide for AI in Customer Service», 2023. 85 с.
2. MIT Technology Review. «The State of NLP in 2023». Vol. 126, № 4
3. IBM Institute for Business Value. «AI in Customer Care», 2023. 64 с.
4. Годовой отчет ПАО «Сбербанк», 2023. – 210 с.
5. «Ведомости». «Как Яндекс создал универсального ИИ-ассистента». 2023
6. Deloitte Insights. «Predictive Customer Service», 2023. 78 с.
7. Harvard Business Review Russia. «Будущее ИИ в сервисе». №3, 2023.
8. Accenture Technology Vision. «Human-in-the-loop systems», 2023. 92 с.
9. НИУ ВШЭ. «Эффективность ИИ-решений в России», 2023. 115 с.

372.881.161.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕПОДАВАНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО

Идиатуллина Лейсан Тагировна[1], Идиатуллин Артур Вагизович[2], Сафина Гульнара Фаридовна[3]
[1]КФ ФГБОУВО «РГУП им. В.М. Лебедева», г. Казань, Россия
[2]УВО «Университет управления «ТИСБИ», г. Казань, Россия
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»[3], г. Казань, Россия
[1]lejsi2015@yandex.ru, [2]art.idi@mail.ru, [3]*safinag78@yandex.ru*

Аннотация. Современные цифровые технологии, в частности искусственный интеллект (ИИ), оказывают значительное влияние на трансформацию образовательного процесса. В данной статье рассматриваются особенности применения ИИ в преподавании русского языка как иностранного (РКИ). Анализируются преимущества и ограничения использования интеллектуальных систем, приводятся примеры практической реализации технологий ИИ в обучении, формулируются рекомендации по их эффективному применению в учебной среде.

Ключевые слова: искусственный интеллект, русский язык как иностранный, цифровые технологии, персонализированное обучение, чат-боты, автоматическая проверка.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE

Idiatullina Leysan Tagirovna[1], Idiatullin Artur Vagizovich[2], Safina Gulnara Faridovna[3]
[1]Kazan branch of the Federal State Budget-Funded Educational Institution of Higher Education «Russian State University of Justice named after V.M. Lebedev» (the city of Kazan), Kazan, Russia
[2]Higher Education Institution «The University of Management «TISBI», Kazan, Russia
[3]Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia
[1]lejsi2015@yandex.ru, [2]art.idi@mail.ru, [3]safinag78@yandex.ru

Abstract. Modern digital technologies, particularly artificial intelligence (AI), are significantly impacting the transformation of the educational process. This article examines the features of AI application in teaching Russian as a foreign language (RFL). It analyzes the advantages and limitations of using intelligent systems, provides examples of the practical implementation of AI technologies in education, and formulates recommendations for their effective use in the learning environment.

Keywords: artificial intelligence, Russian as a foreign language, digital technologies, personalized learning, chatbots, automatic grading.

Обучение русскому языку как иностранному требует комплексного подхода, учитывающего не только лингвистические, но и социокультурные аспекты. Современные вызовы в образовании обусловлены необходимостью повышения эффективности преподавания, индивидуализации учебных траекторий и обеспечения доступности образовательных ресурсов. В этом контексте применение искусственного интеллекта (ИИ) открывает новые возможности для оптимизации учебного процесса, повышения мотивации обучающихся и автоматизации рутинных задач преподавателя [1, 2, 3].

Искусственный интеллект в образовательной среде представляет собой совокупность технологий, позволяющих моделировать элементы человеческой когнитивной деятельности: распознавание речи, понимание текста, обучение и принятие решений. Такие системы активно применяются в смежных дисциплинах, а в области преподавания РКИ находятся на стадии активного развития. Основания для применения ИИ базируются на теории адаптивного обучения, конструктивизма и когнитивного подхода.

Использование ИИ в преподавании языков привлекательно тем, что интерактивность в изучении языков является одним из самых перспективных направлений в изучении языков: «в обучении иностранным языкам интерактивные технологии позволяют решать многие коммуникативные задачи, моделировать в ходе обучения конкретные ситуации общения и готовить, таким образом, изучающих русский язык как иностранный к взаимодействию в социальной среде» [4].

Также ИИ дает возможность обучения в удобное время и в индивидуальном темпе, что особенно актуально при преподавании русского языка как так как очень часто в учебной группе оказываются разноуровневые студенты. На основе анализа данных об уровне знаний, ошибках и темпе усвоения материала, ИИ-системы способны формировать индивидуальные учебные маршруты. ИИ-инструменты могут генерировать упражнения, тексты, словари и карточки, соответствующие уровню владения языком и тематике курса. Электронные переводчики и словари облегчают понимание языкового и культурного материала, особенно на начальном этапе обучения.

Также ИИ позволяет осуществлять быструю проверку письменных заданий, выделяя грамматические, лексические и стилистические ошибки. Использование алгоритмов обработки естественного языка обеспечивает качественную обратную связь, стимулируя самостоятельное исправление ошибок. Голосовые ассистенты, имитирующие диалог, предоставляют обучающимся возможность практиковать произношение и восприятие речи на слух.

Применение искусственного интеллекта в обучении русскому языку как иностранному представляет собой перспективное направление, способствующее модернизации образовательного процесса. Наиболее эффективным, перспективным и наиболее методически верным является сочетание ИИ-инструментов с традиционными методами преподавания. Будущие исследования должны быть направлены на создание специализированных ИИ-продуктов, учитывающих особенности русского языка и межкультурной коммуникации, а также на подготовку преподавателей к работе с цифровыми технологиями [3].

Источники

1. Ситдикова Г.Р., Ситдиков И.Р., Семенов Р.А., Аиткулова Ф.С. Способы повышения мотивации при обучении английскому языку // Актуальные вопросы гуманитарных и социальных наук: от теории к практике: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Чебоксары: ООО «Издательский дом «Среда», 2024. С. 225-227.

2. Пырнова О.А. Психология в коммуникации между человеком и роботом//European scientific conference. Сборник научных трудов по материалам XLIII International scientific conference. Анапа: Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2021. С.19-24.

3. Крепкогорская Е. В. Использование цифровых технологий на занятиях по иностранному языку и их влияние на мотивацию студентов / Е. В. Крепкогорская // Актуальные вопросы лингводидактики и методики преподавания иностранных языков: Сборник научных статей XXXIV Международной научно-практической конференции, посвященной 175-летию И.Я. Яковлева. Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2023. С. 181-185.

4. Кашпирева Т. Б, Сальникова В.И. Игровые интерактивные технологии обучения на уроке русского языка как иностранного: методический аспект / // Молодой ученый. 2016. № 13 (117). С. Т.2. 41-43. URL: https://moluch.ru/archive/117/32398/ (дата обращения: 16.04.2025).

УДК 004

ВЛИЯНИЕ ГИПЕРПАРАМЕТРОВ НА КАЧЕСТВО ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Ильина Диана Ильсуровна, Зарипова Римма Солтановна
КГЭУ, г. Казань, Россия
ilinadiana99@gmail.com

Аннотация. В статье исследуется влияние ключевых гиперпараметров на эффективность обучения нейронных сетей. Рассматриваются такие параметры, как скорость обучения, размер батча, количество эпох, настройки оптимизаторов (SGD, Adam) и их роль в предотвращении переобучения и недообучения. Приводятся примеры настройки с использованием популярных фреймворков, таких как PyTorch и TensorFlow.

Ключевые слова: гиперпараметры, нейронные сети, машинное обучение, оптимизация, скорость обучения, размер батча, подбор параметров

INFLUENCE OF HYPERPARAMETERS ON THE QUALITY OF NEURAL NETWORK TRAINING

Ilyina Diana Ilsurovna, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
ilinadiana99@gmail.com

Abstract. The article examines the influence of key hyperparameters on the efficiency of neural network training. It considers parameters such as learning rate, batch size, number of epochs, optimizer settings (SGD, Adam) and their role in preventing overfitting and underfitting. Settings using popular frameworks such as PyTorch and TensorFlow are given.

Keywords: hyperparameters, neural networks, machine learning, optimization, learning rate, batch size, parameter selection

Нейронная сеть – это математическая модель, вдохновленная биологическими нейронными сетями мозга. Она состоит из взаимосвязанных искусственных нейронов, которые обрабатывают информацию и обучаются на данных для решения сложных задач: классификации, регрессии, генерации контента и других. Гиперпараметры – настраиваемые параметры нейронной сети, которые напрямую влияют на качество модели [1]. Их выбор определяет, насколько быстро и эффективно сеть сможет обучиться, избегая переобучения или недообучения.

Один из основных видов гиперпараметров является скорость обучения. Он определяет размер шага обновления весов [2]. Суть заключается в том, что сравнивается значение LR. Если данное значение слишком большое, то модель «перепрыгивает» минимум функции потерь, расходится, иначе обучение происходит медленно или застревает в локальном минимуме. Второй важный гиперпараметр – это размер батча. Он отвечает за количество образцов, обрабатываемых перед обновлением весов. Если батчи большие, то происходит устойчивое, но медленное обучение, если наоборот, то быстрее сходимость и больше шума [3]. Далее гиперпараметр, отвечающий за количество эпох. Если слишком много эпох, то необходимо переобучение, если очень мало – недообучение.

Параметры оптимизаторов – это настраиваемые величины, которые управляют процессом обновления весов нейронной сети во время обучения [4]. Они определяют, как быстро и каким образом модель будет минимизировать функцию потерь (loss), достигая наилучших результатов. Ключевые алгоритмы оптимизации – это Adam и SGD. Стохастический градиентный спуск (SGD) – это алгоритм оптимизации в машинном обучении, который используется для обучения нейронных сетей, особенно при работе с большими наборами данных. Adam – алгоритм оптимизации, который используется для обновления весов нейронной сети во время обучения [5].

Обучим нейронную сеть с помощью SGD. Полученные графики изображены на рисунках 1 и 2.

Рис.1. График качества обучения при sgd

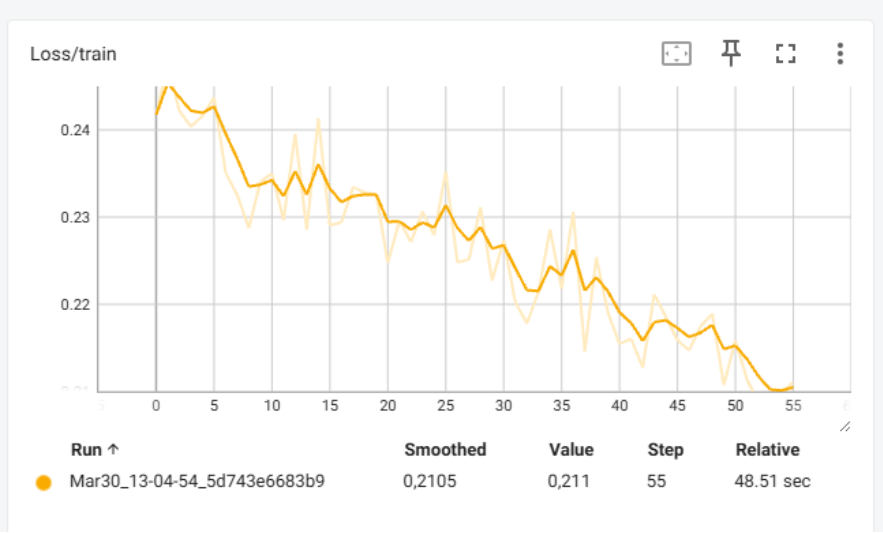


Рис.2. График ошибок при sgd

Таким же образом обучим нейронную сеть с помощью Adam. Полученные графики изображены на рисунках 3 и 4.

Рис.3. График качества обучения при Adam

Рис.4. График ошибок при Adam

Модель при оптимизации SGD лучше в данном случае, ошибка доходит до 0,2, а качество модели до 0,93 при запуске, в то время, как при Adam, показатели иначе – это 0,25 и 0,92 соответственно. Видно, что изменение алгоритма оптимизации не сильно влияет на построение модели.

В заключении отметим, что параметры критически влияют на скорость и качество обучения. Их настройка – это баланс между скоростью сходимости и устойчивостью модели.

Источники

1. Чесников Л.С., Денисенко В.В. Оптимизация гиперпараметров в моделях машинного обучения: сравнительное исследование // Материалы студенческой научной конференции за 2023 год. Воронеж, 2023. С. 114.
2. Гаврилов А.М., Авсеева О.В. Использование нейронной сети для прогнозирования гиперпараметров генетического алгоритма в решении задачи маршрутизации транспорта // Математика, информационные технологии, приложения. Сборник трудов Межвузовской научной конференции молодых ученых и студентов. Воронеж, 2024. С. 151-156.
3. Алемасов Е.П., Зарипова Р.С. Перспективы применения технологий машинного обучения / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 2 (20). С. 32-34.
4. Полуянович Н.К., Качелаев О.В., Фалькон Т.Э. Оценка влияния гиперпараметров нейросети на точность прогнозирования энергопотребления // Технические науки. 2024. № 4 (240). С. 64-79.
5. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Методы и проблемы переобучения многослойной нейронной сети / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 2 (20). С. 101-102.
6. Емалетдинова Л. Ю., Вильданов Н. Р., Катасев А. С. Использование нейросетевой модели TCN-LSTM для прогнозирования значений временного ряда // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 62-64.
7. Курбанов Б., Катасев А.С. Интеллектуальная система распознавания на основе свёрточной нейронной сети // Моделирование энергоинформационных процессов: сборник статей XII национальная научно-практическая конференция с международным участием. Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2024. С. 175-180.
8. Гачаев А.М., Вахаева Д.А., Овсеенко Г.А. Общая тенденция развития отрасли основных технологий искусственного интеллекта // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 10. № 9 (150). С. 120-125.

УДК 004.89

ИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОПТИМИЗАЦИЯ УРОЖАЙНОСТИ И УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ

Исимбетов Артур Радикович, Пырнова Ольга Александровна
КГЭУ, г. Казань, Россия
arthurisimbetov@gmail.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. В данной статье исследуются перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в аграрный сектор с целью повышения урожайности и оптимизации управления ресурсами. Актуальность работы обусловлена глобальными вызовами современности: изменением климата, дефицитом водных и земельных ресурсов. Также рассмотрены существующие решения на основе ИИ и предложены новые способы их интеграции в сельскохозяйственную практику. Ожидается, что применение этих технологий позволит не только увеличить валовую добавленную стоимость, но и создать устойчивую модель агропроизводства, способную адаптироваться к будущим вызовам.

Ключевые слова: искусственный интеллект, сельское хозяйство, дроны, датчики, компьютерное зрение, урожай.

AI IN AGRICULTURE: YIELD OPTIMIZATION AND RESOURCE MANAGEMENT

Isimbetov Artur Radikovich, Pyrnova Olga Alexandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
arthurisimbetov@gmail.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. This article explores the prospects for implementing artificial intelligence technologies in the agricultural sector to increase crop yields and optimize resource management. The relevance of the work is due to the global challenges of our time: climate change, water and land resource shortages. It also examines existing AI-based solutions and proposes new ways to integrate them into agricultural practice. It is expected that the use of these technologies will not only increase gross value added, but also create a sustainable model of agricultural production that can adapt to future challenges.

Keywords: artificial intelligence, agriculture, drones, sensors, computer vision, harvest.

В современном мире сфера сельского хозяйства стремительно развивается и внедрение искусственного интеллекта (ИИ) ускоряет данное развитие, открывая новую эру точного земледелия. Он открывает новые горизонты для

точного земледелия, повышая не только производительность, но и экологическую устойчивость агропромышленного комплекса.

Сельское хозяйство остаётся ключевой отраслью для большинства стран, что обусловливает необходимость постоянного контроля со стороны государственных структур. Как свидетельствуют данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), аграрный сектор обеспечивает занятость примерно 67 % населения планеты. Кроме того, он формирует около 40 % мирового ВВП и отвечает за более чем 40 % объёмов глобального экспорта. При этом эксперты прогнозируют дальнейший рост его значимости, что требует от отрасли инновационных решений для повышения эффективности и адаптации к климатическим изменениям [1].

Повышение интенсивности сельского хозяйства способно стать решающим фактором в преодолении глобального дефицита продовольствия в перспективе ближайших лет. В связи с этим технологии на основе искусственного интеллекта активно интегрируются в аграрный сектор, а также стимулируют развитие новых методов его применения. И этот процесс по праву можно считать частью технологической революции в сельском хозяйстве [1].

Одним из популярных видов применения ИИ в агросфере является анализ данных с помощью дронов, датчиков и спутников. Примеры такого использования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Применение ИИ в агропромышленном секторе

Область применения	Технологии / Инструменты	Процесс анализа данных	Преимущества/ Эффективность	Примеры/Кейсы
Оптимизация полива и удобрений	Дроны, спутники, датчики влажности почвы, IoT-платформы	- Мониторинг влажности, температуры и состава почвы; - Анализ NDVI (индекс растительности) для оценки здоровья растений.	- Сокращение расхода воды и удобрений; - Рост урожайности.	«Microsoft FarmBeats»: Создание «цифровых двойников» полей. CropX: Адаптивные системы полива.
Борьба с вредителями	Камеры на дронах, компьютерное зрение, ИИ-алгоритмы	- Аэрофотосъёмка полей с высоким разрешением; - Распознавание болезней, сорняков и вредителей через анализ изображений.	- Снижение использования пестицидов на 50–90 %; - Точечная обработка посевов; - Раннее обнаружение угроз.	«Blue River Technology (See & Spray)»: Роботы с ИИ для точечного опрыскивания. «Plantix»: Приложение для диагностики болезней растений.
Прогнозирование урожайности	Машинное обучение, спутниковые снимки, исторические данные	- Анализ погодных условий, состояния посевов, истории урожаев; - Моделирование роста растений.	- Точность прогнозов до 95 %. - Оптимизация логистики (хранение, транспортировка). - Снижение потерь на 10–15 %.	«Prospera»: ИИ-платформа для прогнозирования урожая. «IBM Watson Decision Platform»: Анализ данных для фермеров.

Одной из самых востребованных платформ в агропромышленной сфере является «IBM Watson Decision Platform», упомянутая в таблице 1. Изначально этот инструмент предназначен для обработки данных и принятия более эффективных решений, но из-за своей продуктивности, получивший популярность среди многих компаний различных сфер деятельности, в том числе и в сельскохозяйственной индустрии [2]. С его помощью сельхозпроизводители могут, например, спрогнозировать урожай и цены на свою продукцию на мировых рынках. В 2019 году IBM дополнительно выпустила продукт «Weather Signals». Новый инструмент анализирует влияние прогнозируемых погодных условий, включая малейшие колебания температуры или влажности, на бизнес-показатели – от объёмов урожая до спроса на конкретные товары в определённых регионах. Другим инновационным проектом при поддержке IBM стал стартап «iFarming», использующий цифровые двойники полей. Такие виртуальные модели учитывают тип почвы, климатические особенности и фазы роста растений, что позволяет оптимизировать объём полива для каждого участка и повышать эффективность использования ресурсов.

Можно также отметить инновационный программно-аппаратный комплекс для сельхозтехники «Cognitive Agro Pilot», набирающий популярность на российском рынке [3]. Эта система способна искусно двигаться по кромке, то есть следовать по краю скошенной культуры, а также обнаруживать множество разных препятствий: людей, камней, деревьев и т.д. Каждое движение данной системы фиксируется с помощью фотографий и видеоматериалов. Некоторые российские компании, такие как «Петербургский тракторный завод» и «Русагро», уже внедрили ее в свое производство. Одним из удобств данной системы является мобильное приложение, позволяющее контролировать процессы на расстоянии, что положительно влияет на эффективность работы.

Помимо перечисленных решений, значительный вклад в цифровизацию сельского хозяйства вносят технологии интернета вещей (IoT), также упомянутый в таблице 1. Например, умные датчики, установленные на полях, собирают данные о состоянии почвы, уровне влажности и температуре в режиме реального времени. Эти сведения интегрируются с платформами вроде «IBM Watson», что позволяет автоматизировать процессы полива, внесения удобрений и борьбы с вредителями. Так, компания «John Deere» активно внедряет IoT-решения в свою технику, обеспечивая фермерам удалённый мониторинг и управление оборудованием через мобильные приложения. По оценкам различных исследований, использование IoT в агросекторе может увеличить урожайность на 15–25 % за счёт оптимизации ресурсов [4].

Ещё одним трендом стало применение искусственного интеллекта для прогнозирования экстремальных погодных явлений. К примеру, стартап «ClimateAI» разрабатывает алгоритмы и симуляции, которые анализируют

исторические метеоданные и моделируют риски засух или наводнений. Это помогает фермерам адаптировать циклы посева и уборки, минимизируя потери. В Индии подобные системы уже используются в регионах с засушливым климатом [5]. Такие инновации не только повышают рентабельность, но и способствуют достижению целей устойчивого развития, сокращая экологический след сельского хозяйства [6].

Современное сельское хозяйство переживает технологический переворот, где искусственный интеллект становится ключевым драйвером прогресса. От анализа данных дронами и спутниками до прогнозирования экстремальных погодных явлений – ИИ трансформирует аграрные процессы. Рост мирового населения и климатические вызовы требуют от аграрного сектора не только увеличения производительности, но и устойчивости. Технологии IoT, цифровые двойники полей и алгоритмы, подобные «ClimateAI», уже сегодня доказывают свою эффективность в борьбе с продовольственным дефицитом. Однако успех этой трансформации зависит от гармонизации инноваций с правовыми нормами и глобальным сотрудничеством. Как отмечают эксперты, будущее сельского хозяйства – это симбиоз точных технологий, экологической ответственности и адаптивных стратегий, способных обеспечить продовольственную безопасность для следующих поколений.

Источники

1. В каких странах мира наиболее развито сельское хозяйство? / [Электронный ресурс] // grainrus.com: [сайт]. – URL: https://grainrus.com/novosti-kompanii/articles/v-kakikh-stranakh-mira-naibolee-razvito-selskoe-khozyaystvo/ (дата обращения: 29.03.2025).
2. Свецкий А.В. Применение искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // Сельское хозяйство. 2022. № 3. С. 1-12.
3. Зарипова, Р. С. Управление деятельностью организаций в условиях цифровой экономики / Р. С. Зарипова, О. А. Пырнова // Ученые записки ИСГЗ. – 2018. – Т. 16, № 2. – С. 70-75.
4. Катасев, А. С. Нейронечеткая модель и программный комплекс автоматизации формирования нечетких правил для оценки состояния объектов / А. С. Катасев // Автоматизация процессов управления. – 2019. – № 1(55). – С. 21-29.
5. Зарипова, Р. С. Организация производства в условиях цифровой экономики / Р. С. Зарипова, Р. Р. Галямов, А. Ю. Шарифуллина // Наука Красноярья. – 2019. – Т. 8, № 1-2. – С. 20-23.
6. Пырнова, О. А. Использование сверточной нейронной сети для выявления заболеваний растений / О. А. Пырнова, М. Г. Кузнецов, Д. П. Никоноров // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 12. – С. 369-372.

УДК 621-313.3

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АРХИТЕКТУРЫ И UX/UI-ДИЗАЙНА ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ

Кабешов Иван Григорьевич
ФГБОУ ВО ГУУ, г. Москва, Россия
vanyagrozny06@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные аспекты использования технологий искусственного интеллекта (ИИ) при проектировании архитектуры и UX/UI-дизайна цифровых сервисов. Анализируются подходы, основанные на применении генеративных нейронных сетей (GAN), методов машинного обучения и глубокого обучения. Обсуждаются перспективы дальнейшего развития технологий и формулируются гипотезы об автоматизации и персонализации UX/UI-проектирования.

Ключевые слова: искусственный интеллект, UX/UI-дизайн, генеративные нейросети, глубокое обучение, машинное обучение, цифровая трансформация.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN DESIGNING ARCHITECTURE AND UX/UI OF DIGITAL SERVICES

Kabeshov Ivan Grigorievich
SUM, Moscow, Russia
vanyagrozny06@yandex.ru

Abstract. This article discusses contemporary aspects of artificial intelligence (AI) technologies in the design of digital service architecture and UX/UI. Approaches based on generative neural networks (GAN), machine learning, and deep learning are analyzed. Prospects for further technology development and hypotheses on automation and personalization in UX/UI design are discussed.

Keywords: artificial intelligence, UX/UI design, generative neural networks, deep learning, machine learning, digital transformation.

В условиях стремительно происходящей цифровой трансформации общества особенно остро встает вопрос эффективности цифровых сервисов, который напрямую связан с удобством и интуитивностью взаимодействия пользователя с интерфейсом (UX/UI-дизайн), а также оптимальной архитектурой самого продукта. Пользовательский опыт становится ключевым фактором, определяющим конкурентоспособность цифрового сервиса на рынке. В связи с этим актуальным становится использование возможностей искусственного интеллекта (ИИ), способного существенно упростить и ускорить процесс проектирования, одновременно повышая качество конечного продукта.

Проектирование цифровых продуктов с использованием технологий ИИ является новой парадигмой в области UX/UI. Важность этого подхода

определяется тем, что современный пользователь становится более требовательным и ожидает персонализированного подхода к организации интерфейса, удобной структуры навигации и быстрого отклика системы на его действия. Традиционные подходы, основанные исключительно на человеческом опыте, сегодня все чаще сталкиваются с ограничениями, связанными с необходимостью обработки огромного количества пользовательских данных, что делает применение ИИ не просто преимуществом, а необходимостью [1, 2].

Особую роль среди технологий ИИ, активно применяемых при проектировании цифровых продуктов, играют генеративные нейронные сети (GAN). Генеративные сети были впервые подробно описаны И. Гудфеллоу и коллегами в 2014 году [10]. Применение GAN в UX/UI-дизайне позволяет автоматизированно создавать оригинальные и уникальные дизайнерские решения, которые максимально точно соответствуют индивидуальным предпочтениям пользователей. GAN могут синтезировать интерфейсные элементы, генерировать визуальные концепции, предлагать альтернативные варианты компоновки элементов и даже автоматически адаптировать дизайн в реальном времени на основе обратной связи от пользователей [3]. Например, российские сервисы, такие как VK и Яндекс.Дзен, успешно внедрили GAN-технологии в свои системы для автоматической генерации персонализированного контента и интерфейсов, значительно сокращая сроки разработки и повышая гибкость персонализированных решений [5].

Не менее значимыми технологиями являются алгоритмы машинного обучения, которые используются для оптимизации существующих интерфейсов. Машинное обучение эффективно реализуется в таких задачах, как автоматизированное A/B-тестирование, сегментация пользователей, анализ и прогнозирование их поведения [7]. Например, российские платформы Яндекс.Метрика и Roistat активно применяют алгоритмы машинного обучения для выявления наиболее эффективных UX/UI-решений на основе анализа поведения сотен тысяч пользователей. Данные решения позволяют в автоматическом режиме выбирать наиболее результативные варианты интерфейсов, существенно экономя ресурсы и увеличивая пользовательскую удовлетворенность [11].

Современные разработки также свидетельствуют о высокой эффективности нейросетей глубокого обучения для анализа поведения пользователей. Нейросетевые алгоритмы, такие как сверточные нейронные сети (CNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN), уже активно используются в российских цифровых продуктах, таких как Кинопоиск, IVI и Okko для прогнозирования пользовательских предпочтений, персонализации контента и улучшения структуры взаимодействия с пользователем [7]. Эти подходы

позволяют выявлять неочевидные закономерности в пользовательских данных и значительно улучшать архитектуру цифровых продуктов, делая их максимально интуитивными и удобными.

Важным направлением применения ИИ в проектировании цифровых сервисов является использование технологий обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP). Эти технологии обеспечивают возможность автоматического анализа текстовых отзывов и комментариев пользователей, размещенных на таких платформах, как Озон, Wildberries или Авито. На основе анализа текстовых данных алгоритмы NLP способны выявлять слабые стороны интерфейсов и генерировать рекомендации по их улучшению. Например, использование инструментов семантического анализа текстов на платформе Озон позволило выявить проблемы с навигацией и поиском товаров, что впоследствии привело к оптимизации интерфейса и увеличению продаж. Внедрение NLP-технологий в процесс проектирования и тестирования UX/UI значительно ускоряет идентификацию пользовательских болевых точек и повышает качество обратной связи, обеспечивая разработчиков важной информацией для оперативного совершенствования цифровых продуктов [4].

Перспективы развития применения ИИ в UX/UI-дизайне выглядят особенно многообещающими в свете возможности полной автоматизации процессов проектирования. Гипотезой будущего становится полная или практически полная автоматизация создания интерфейсов с минимальным вмешательством человека, при которой нейросети будут самостоятельно формировать дизайн-продукт на основе анализа больших данных о предпочтениях и поведении пользователей [8]. Научно-технические разработки ближайших лет, вероятно, будут направлены на создание таких нейросетевых систем, способных непрерывно адаптировать интерфейс и архитектуру цифровых сервисов в реальном времени в ответ на изменения поведения и предпочтений пользователей. Подобная технология откроет возможности для адаптивного проектирования цифровых продуктов, обеспечивающего новый уровень персонализации и удобства [6].

Также важной является гипотеза о принципиальной возможности использования ИИ для прогнозирования эмоционального отклика пользователя на интерфейсные решения. Исследования в области аффективного компьютерного анализа (Affective Computing), активно развивающиеся последние два десятилетия, позволяют предположить, что нейросети смогут не только оптимизировать интерфейсы по объективным метрикам удобства и эффективности, но и эмоционально вовлекать пользователя, усиливая его положительный опыт взаимодействия с сервисом [9]. Разработка интерфейсов, учитывающих эмоциональный отклик пользователя, представляется важным шагом на пути к созданию по-настоящему человекоцентричных цифровых продуктов.

Таким образом, применение технологий искусственного интеллекта в проектировании архитектуры и UX/UI-дизайна цифровых сервисов представляет собой одно из наиболее перспективных направлений современной цифровой трансформации. Дальнейшие исследования и разработки в этой области обещают значительное увеличение эффективности цифровых сервисов и рост уровня пользовательского удовлетворения, что является ключевым фактором успеха и конкурентоспособности на рынке современных цифровых продуктов.

Источники

1. Болатов С.А. Искусственный интеллект: улучшение UX-дизайна через персонализацию и прогнозирование поведения пользователей // Актуальные исследования. 2025. №4 (239). С. 44–49.
2. Глебов Д.Д. Применение искусственного интеллекта в исследованиях пользовательского опыта // Молодой ученый. 2024. №21 (520). С. 65–68.
3. Семёнов А.Ю. Нейросетевые технологии в дизайне пользовательских интерфейсов // Вестник компьютерных технологий. 2022. № 3. С. 45–52.
4. Кузнецов И.В., Добрынин В.Ю. Обработка естественного языка и анализ текстов: учебное пособие. М.: ЛЕНАНД, 2021. 360 с.
5. Искусственный интеллект в сфере UX/UI. Мнение наших специалистов [Электронный ресурс]. URL: https://everest.cx/blog/iskusstvennyy-intellekt-v-sfere-ux-ui-mnenie-nashikh-spetsialistov (дата обращения: 25.03.2025).
6. Петров А.А., Егорова О.А. Анализ и проектирование пользовательского интерфейса // Материалы XXI Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных «Современные техника и технологии». Томск, 2016. С. 183–184.
7. Воронцов К.В. Машинное обучение: курс лекций [Электронный ресурс]. URL:http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_%28курс_лекций%2C_К.В.Воронцов%29 (дата обращения: 23.03.2025).
8. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход [Электронный ресурс]. URL: http://i.uran.ru/webcab/system/files/bookspdf/iskusstvennyy-intellekt-sovremennyy-podhod/229021.pdf (дата обращения: 24.03.25).
9. Эмоциональный дизайн: как чувства влияют на цифровой опыт в мире AI и конверсий [Электронный ресурс]. URL: https://vc.ru/design/1518621-emocionalnyi-dizain-kak-chuvstva-vliyayut-na-cifrovoi-opyt-v-mire-ai-i-konversii (дата обращения: 26.03.2025).
10. Генеративный дизайн [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Генеративный_дизайн (дата обращения: 23.03.2025).
11. Яндекс.Метрика – веб-аналитика [Электронный ресурс]. URL: https://metrika.yandex.ru (дата обращения: 01.04.2025).

УДК 338.27

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ LSTM МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЦЕН НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Калинина Амина Ренатовна, Сухарева Евгения Викторовна
ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», г. Москва, Россия
KalininaAR@mpei.ru

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения нейронной сети LSTM для прогнозирования цен на электроэнергию в условиях цифровизации энергетики. Проведен анализ модели LSTM, её преимуществ и ограничений в прогнозировании. Выявлены ключевые факторы, влияющие на точность прогнозирования, включая качество данных, выбор гиперпараметров модели и её адаптацию к специфике российского энергорынка.

Ключевые слова: LSTM, прогнозирование цен на электроэнергию, искусственный интеллект, нейронные сети, временные ряды, цифровизация, машинное обучение.

POSSIBILITY OF APPLYING THE LSTM MODEL FOR ELECTRICITY PRICE FORECASTING

Kalinina Amina Renatovna, Sukhareva Yevgeniya Viktorovna
«MPEI», Moscow, Russia
KalininaAR@mpei.ru

Abstract. The article examines the possibilities of applying the LSTM neural network for electricity price forecasting in the context of energy sector digitalization. An analysis of the LSTM model, its advantages, and limitations in forecasting is conducted. The key factors affecting forecasting accuracy are identified, including data quality, selection of model hyperparameters, and its adaptation to the specifics of the Russian energy market.

Keywords: LSTM, electricity price forecasting, artificial intelligence, neural networks, time series, digitalization, machine learning.

В последние годы наблюдается стремительный рост применения методов искусственного интеллекта в различных отраслях экономики, включая энергетический сектор. Современные алгоритмы машинного обучения, в частности нейронные сети, становятся ключевым инструментом для решения сложных задач прогнозирования, анализа данных и оптимизации управления ресурсами [1].

В условиях цифровой трансформации энергетики точность прогнозирования цен на электроэнергию приобретает критически важное значение для энергокомпаний и инвесторов. Факторы, такие как внедрение возобновляемых источников энергии, изменение структуры спроса, климатические условия и рыночная волатильность, усложняют традиционные подходы к прогнозированию и требуют новых решений, способных учитывать нелинейные зависимости и обрабатывать большие объемы данных в реальном времени [2].

Одним из наиболее перспективных методов прогнозирования временных рядов является модель Long Short-Term Memory (LSTM). Данный метод позволяет выявлять скрытые закономерности в динамике цен, учитывать влияние множества переменных и адаптироваться к меняющимся условиям рынка. Однако, несмотря на значительное количество исследований в области машинного обучения, применение LSTM-моделей для прогнозирования цен на электроэнергию требует дальнейшего изучения и адаптации к специфике энергорынка [3].

Объект исследования – рынок электроэнергии, характеризующийся динамичными изменениями цен в зависимости от спроса, предложения, погодных условий и других внешних факторов.

Предмет исследования – возможности использования модели LSTM для прогнозирования цен на электроэнергию.

Цель исследования – оценка применимости нейросетевой модели LSTM для прогнозирования цен на рынке электроэнергии.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить модель LSTM в контексте прогнозирования временных рядов и разработать схему ее работы;

2. Выявить основные достоинства и недостатки применения нейронной сети LSTM;

3. Определить ключевые факторы, влияющие на возможность использования LSTM в энергокомпаниях с учетом специфики российского энергорынка.

LSTM – это разновидность рекуррентных нейронных сетей (RNN), разработанная для решения проблемы исчезающего градиента, характерной для стандартных RNN. Ключевая особенность LSTM заключается в наличии элементов памяти, которые способны хранить информацию на длительных временных промежутках. Это позволяет эффективно работать с последовательными данными, такими как ценовые ряды на рынке электроэнергии, где каждое новое значение зависит от предшествующих [4].

Схема модели прогнозирования цен на рынке электроэнергии на основе нейронной сети LSTM представлена на рис. 1.

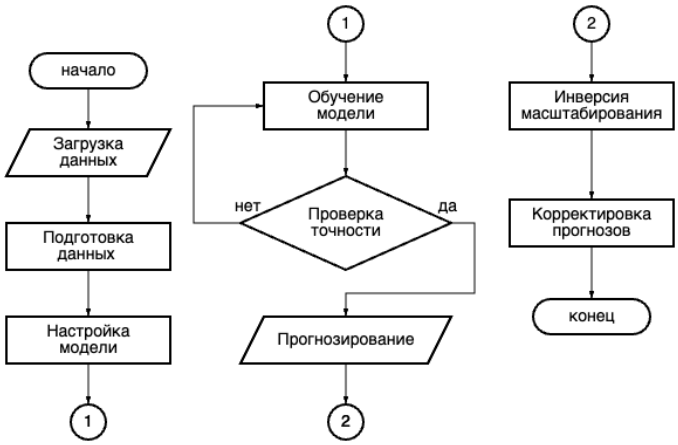


Рис. 1. Схема модели прогнозирования цен

LSTM-модели активно применяются для прогнозирования временных рядов, включая энергорынок, финансовые показатели и метеорологические данные. Однако, несмотря на их эффективность, использование в прогнозировании цен на электроэнергию имеет как сильные стороны, так и определенные ограничения. Достоинства и недостатки модели представлены в табл. 1.

Таблица 1. Достоинства и недостатки LSTM-модели

Критерий	Достоинства	Недостатки
Учет временных зависимостей	Способна анализировать долгосрочные тренды и сезонные колебания	Может запоминать устаревшие тренды, при отсутствии обновления
Точность прогнозирования	Высокая точность при краткосрочном прогнозе	Может переобучаться и терять точность на новых данных
Гибкость в учёте факторов	Может учитывать нелинейные зависимости	Требуется тщательный отбор данных для повышения точности
Адаптивность	Способна уточнять прогнозы	Чувствительна к качеству данных

Применение LSTM для прогнозирования цен на электроэнергию в энергокомпаниях требует тщательной подготовки данных, оптимизации модели и её интеграции в системы управления. Важно учитывать специфику российского энергорынка, где существуют ценовые и неценовые зоны, высокая зависимость цен от спроса, погодных условий и сезонных факторов. [5]

Для повышения эффективности прогнозирования необходимо адаптировать гиперпараметры модели LSTM. Оптимальный выбор количества слоёв и нейронов поможет избежать переобучения или, наоборот, недостаточного обучения модели.

Эффективность использования LSTM в энергокомпаниях следует регулярно оценивать. Это возможно за счёт сравнения прогнозов модели с фактическими рыночными ценами и анализа метрик точности, таких как RMSE и MAPE. В случае значительных отклонений рекомендуется корректировать параметры модели и расширять используемые данные.

Таким образом, необходимо продолжить исследование возможности применения нейронной сети LSTM для прогнозирования цен на электроэнергию. При правильном подходе использование LSTM позволит минимизировать финансовые риски, повысить точность прогнозирования и адаптировать управление энергоресурсами к условиям цифровой экономики.

Источники

1. Зеленцова Л.С., Уколов В.Ф., Тихонов А.И. Развитие интеллектуализации промышленности России: стратегический подход. Управление. 2023. Т. 11. No 4. С. 17-24.
2. Шомахов, К. Р. Перспективы использования искусственного интеллекта для прогнозирования финансовых трендов / К. Р. Шомахов // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16. – № s1.
3. Мейзер, М. В. Пример прогнозирования временных рядов с помощью рекуррентной нейронной сети LSTM / М. В. Мейзер, Е. Д. Северьянова, В. В. Мокшин. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 9 (404). – С. 13-15.
4. В В. Якименко, И Л. Савостьянова Архитектура модели LSTM для прогнозирования временных рядов редких событий // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2022. №. [Электронный ресурс] URL: https://cyberleninka.ru/article/n/arhitektura-modeli-lstm-dlya-prognozirovaniya-vremennyh-ryadov-redkih-sobytiy (дата обращения: 06.03.2025).
5. Рапаков Г. Г., Горбунов В. А., Дианов С. В., Елизарова Л. В. Исследование LSTM-нейросетевого подхода при моделировании временных рядов // Вестник Череповецкого государственного университета. 2023. №3 (114). [Электронный ресурс] URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-lstm-neyrosetevogo-podhoda-pri-modelirovanii-vremennyh-ryadov (дата обращения: 07.03.2025).

УДК 004.8

ГЕНЕРАТИВНЫЕ МОДЕЛИ В ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ: ВОЗМОЖНОСТИ И РИСКИ

Камалетдинов Руслан Ришатович, Зиганнуров Ильшат Ильдарович, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
yapolka22@bk.ru, zigannurov.ilshat@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются генеративные модели искусственного интеллекта, их технологические основы, возможности и потенциальные риски. Проанализированы современные технологии, такие как GPT, DALL-E и другие модели глубокого обучения, применяемые в текстовой и визуальной генерации контента. Особое внимание уделяется вопросам достоверности создаваемой информации, этическим проблемам и возможным методам регулирования. Рассматриваются как положительные аспекты применения генеративных моделей, включая автоматизацию творческих процессов и улучшение взаимодействия человека с машинами, так и негативные стороны, включая угрозы дезинформации и злоупотребления технологиями.

Ключевые слова: генеративные модели, искусственный интеллект, GPT, DALL-E, машинное обучение, нейросети, фейковый контент, этика ИИ, текстовая генерация, визуальная генерация.

GENERATIVE MODELS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE: OPPORTUNITIES AND RISKS

Kamaletdinov Ruslan Rishatovich, Zigannurov Ilshat Ildarovich, Pyrnova Olga Aleksandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
yapolka22@bk.ru, zigannurov.ilshat@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. This article examines generative artificial intelligence models, their technological foundations, opportunities, and potential risks. Modern technologies such as GPT, DALL-E, and other deep learning models used in text and visual content generation are analyzed. Special attention is paid to the reliability of the generated information, ethical issues, and possible regulation methods. The article discusses both the positive aspects of generative models, including the automation of creative processes and enhanced human-machine interaction, as well as negative aspects, including threats of disinformation and technology misuse.

Keywords: generative models, artificial intelligence, GPT, DALL-E, machine learning, neural networks, fake content, AI ethics, text generation, visual generation.

Современные достижения в области искусственного интеллекта (ИИ) и глубокого обучения привели к появлению генеративных моделей, способных создавать текстовый, графический, аудио- и видео- контент, сопоставимый по качеству с результатами человеческой деятельности. Эти технологии находят применение в маркетинге, дизайне, медиа, науке и других сферах, обеспечивая автоматизацию процессов, персонализацию контента и расширение возможностей креативных индустрий [1]. Однако их распространение сопровождается рядом вызовов, включая риски дезинформации, нарушения авторских прав и необходимость правового регулирования.

Генеративные модели, основанные на архитектурах глубоких нейронных сетей, обучаются на обширных массивах данных, что позволяет им воспроизводить сложные паттерны [2]. Среди наиболее известных примеров – языковые модели (например, GPT) и системы генерации изображений (DALL-E). GPT (Generative Pre-trained Transformer) демонстрирует высокую эффективность в создании осмысленных текстов, поддержке диалогов, написании научных статей и генерации программного кода. Эта модель открывает новые возможности для автоматизации процессов в различных областях, улучшая эффективность и ускоряя работу. DALL-E специализируется на синтезе изображений по текстовым описаниям, открывая новые возможности в цифровом искусстве и дизайне. Эти технологии не только позволяют создавать уникальный контент, но и способствуют развитию методов машинного обучения, адаптируя ИИ для решения задач в различных сферах.

Генеративный ИИ трансформирует традиционные подходы в различных областях, некоторые примеры приведены ниже:

– маркетинг и реклама: автоматизация создания рекламных текстов, визуального контента и персонализированных предложений;

– медиаиндустрия: ускорение производства тектовых, аудио- и видеоматериалов;

– образование и наука: генерация учебных материалов, моделирование сложных процессов (климатические изменения, биологические процессы), проведение анализа данных [3];

– медицина: помощь в диагностике заболеваний, разработке лекарств и анализе белковых структур [4];

– финансы: прогнозирование рыночных трендов, оценка рисков, автоматизация рутинных операций;

– кибербезопасность: выявление аномалий и угроз, разработка новых алгоритмов защиты.

Однако, несмотря на преимущества, использование генеративных моделей сопряжено с рядом проблем:

1. Дезинформация и фейковый контент – возможность генерировать убедительные, но ложные тексты и изображения (например, deepfake), что представляет серьезную угрозу для политики, экономики и социальной стабильности [5];

2. Авторское право вызывает спорные вопросы из-за того, что генерируемые изображения и тексты часто основываются на существующих произведениях, что вызывает споры о правомерности их использования. По этой причине существует необходимость во внедрении методов цифровой идентификации и маркировки контента;

3. Этические и правовые аспекты, связанные с рисками генерации вредоносного, оскорбительного или ненадлежащего контента, что требует разработки эффективных механизмов контроля;

4. Социально-экономические последствия, связанные с тем, что автоматизация создания контента может привести к снижению рабочих мест в таких отраслях, как журналистика и креативные индустрии, что влечет за собой значительные изменения на рынке труда.

Рассмотрев ключевые области применения генеративных моделей, можно выделить их основные преимущества и потенциальные риски, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1. Возможности и риски использования генеративных моделей

Возможности	**Риски**
Автоматизация рутинных творческих задач	Распространение фейкового контента и дезинформации
Создание уникального контента на основе пользовательских запросов	Потенциальные нарушения авторских прав и интеллектуальной собственности
Улучшение взаимодействия человека с ИИ в текстовых и визуальных сервисах	Возможность создания оскорбительного, пропагандистского или незаконного контента
Развитие цифрового искусства и медиа	Злоупотребление технологиями в мошеннических схемах и кибератаках
Поддержка обучения, научных исследований и генерации учебных материалов	Отсутствие четкого регулирования и этических норм в ряде стран
Оптимизация бизнес-процессов, автоматизация клиентского сервиса и управления данными	Угрозы приватности, нарушение конфиденциальности и утечки данных
Использование в медицинской диагностике и анализе данных	Возможность ошибочных выводов, влияющих на здоровье пациентов
Разработка и тестирование новых инженерных решений	Потенциальные проблемы с достоверностью и надежностью моделируемых данных
Улучшение перевода и локализации контента	Опасность языковых искажений и неправильной интерпретации информации

Генеративные модели искусственного интеллекта открывают новые горизонты, способные кардинально изменить самые разные области человеческой деятельности. Однако их стремительное развитие требует взвешенного подхода, сочетающего передовые технические решения, продуманное правовое регулирование и строгие этические нормы. Ключевой задачей на ближайшую перспективу становится разработка гибких механизмов контроля, которые позволят гармонично сочетать инновационный потенциал технологий с обеспечением безопасности общества. В числе перспективных мер – внедрение систем цифровой идентификации, таких как водяные знаки и алгоритмы распознавания сгенерированного контента. Это позволит повысить прозрачность происхождения информации и минимизировать риски её неправильного использования. Особую роль в этом процессе должны сыграть государственные и международные институты, которым предстоит создать единые стандарты и нормативную базу для ответственного использования генеративного ИИ. Только скоординированные усилия мирового сообщества позволят сдержать потенциальные угрозы, сохранив при этом все преимущества этих революционных технологий.

Генеративные модели представляют собой мощный инструмент, способный значительно изменить многие аспекты жизни. Однако для их эффективного и безопасного использования необходим комплексный подход, включающий технические, правовые и этические меры, позволяющие минимизировать риски и максимально использовать их потенциал.

Источники

1. Силкина, О. Ю. Тенденции в развитии искусственного интеллекта / О. Ю. Силкина, Р. С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2020. – № 3(21). – С. 63-65.

2. Пырнова, О. А. Метод интеллектуального анализа данных для диагностики хронических заболеваний почек / О. А. Пырнова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 11. – С. 254-256.

3. Кривоногова, А. Е. Современные информационные технологии и их применение в сфере образования / А. Е. Кривоногова, Р. С. Зарипова // Russian Journal of Education and Psychology. – 2019. – Т. 10, № 5. – С. 44-47.

4. Катасев, А. С. Нейронечеткая модель диагностики сахарного диабета / А. С. Катасев, Д. З. Валиева, Д. В. Катасева // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 10(118). – С. 606-613.

5. Аникин, И. В. Модель и программный комплекс анализа атак на web - приложения / И. В. Аникин, А. С. Катасев, А. С. Черняков // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 7. – С. 17-20.

УДК 004.94

ПОСТРОЕНИЕ НЕЙРОНЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ТИПА СТЕКЛА

Катасёв Алексей Сергеевич, Каляшина Анна Викторовна, Смирнов Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «КЭГЭУ», г. Казань, Россия
Kat_726@mail.ru, Anna_vik@mail.ru, Smirnov.yn@kgeu.ru

Аннотация. Рассмотрена задача классификации типа стекла на основе нейронечеткой модели. Для построения модели произведен выбор и подготовка данных к анализу, а также выбрана среда моделирования. Для анализа использован набор данных «Glass identification» из репозитория UCI. На базе Deductor произведены загрузка данных, настройка набора данных, корреляционный анализ, оценка качества данных, редактирование выбросов и экстремальных значений. На основе подготовленных данных произведено обучение нечеткой нейронной сети для построения нейронечеткой модели. Для обучающей выборки точность классификации составила 93,62%, для тестовой – 92,21%. Построенная модель классифицирует тип стекла с высокой степенью точности и может быть эффективно использована в различных предметных областях.

Ключевые слова: нейронечеткая модель, тип стекла, криминологическое расследование, классификация.

CONSTRUCTION OF A NEURO-FUZZY MODEL FOR CLASSIFICATION OF GLASS TYPES

Katasev Alexey Sergeevich, Kalyashina Anna Viktorovna, Smirnov Yuri Nikolaevich
KSPEU, Kazan, Russia
Kat_726@mail.ru, Anna_vik@mail.ru, Smirnov.yn@kgeu.ru

Abstract. The problem of glass type classification based on a neuro-fuzzy model is considered. To build the model, the data was selected and prepared for analysis, and the modeling environment was selected. The Glass identification dataset from the UCI repository was used for analysis. Based on Deductor, data were loaded, the dataset was configured, correlation analysis was performed, data quality was assessed, outliers and extreme values were edited. Based on the prepared data, a fuzzy neural network was trained to build a neuro-fuzzy model. For the training sample, the classification accuracy was 93.62%, for the test sample - 92.21%. The constructed model classifies the glass type with a high degree of accuracy and can be effectively used in various subject areas.

Keywords: neuro fuzzy model, glass type, criminological research, classification.

В настоящее время изделия из стекла используются в различных предметных областях. По химическому составу элементов можно

идентифицировать стекло. Это актуально, в частности, для криминалистики: оставшееся на месте преступления стекло может быть использовано как доказательство, если оно правильно классифицировано. Следовательно, задача классификации типа стекла является актуальной.

Для решения этой задачи целесообразно использовать методы, основанные на нечетких правилах [1, 2], а также нечеткие [3, 4] и нейронечеткие модели [5, 6], в которых знания криминалистов и химиков представлены в виде лингвистических правил «Если-То». Такие модели ориентированы на человека, поскольку используемые в процессе оценки и принятия решений лингвистические термы хорошо согласуются с рассуждениями криминалистов, позволяя эффективно описывать неопределенную и неточную информацию по элементам стекла, найденным на месте преступления [7].

При создании интеллектуальных систем для криминалистики также применяются другие методы искусственного интеллекта, такие как нейронные сети [8-12] и генетические алгоритмы [13]. Однако криминологические системы, построенные на основе таких методов, представляют собой «черный ящик» и не позволяют интерпретировать получаемые результаты.

Нейронечеткие модели обладают рядом преимуществ по сравнению с другими подходами. Они являются эффективным инструментом для формализации неопределенной информации, на которой основываются криминологические исследования [14]. Применение нейронечеткой модели при определении типа стекла позволит обеспечивать более гибкий, адаптивный и интерпретируемый подход к принятию решений в этой области. Для построения нейронечеткой модели требуется выбор и подготовка данных, характеризующих различные типы стекол, а также выбор и применение инструментальной среды моделирования. Рассмотрим реализацию этих этапов.

В работе для анализа использован набор данных «Glass identification» (из репозитория UCI). Его объем составляет 214 строк. Набор данных позволяет идентифицировать следующие типы стекла: термополированное стекло зданий, обычное стекло зданий, термополированное стекло автомобилей, стеклянная тара, стекло для посуды и стекло фар автомобиля.

На базе аналитической платформы Deductor выполнена подготовка данных к анализу. Для этого реализованы следующие этапы: загрузка данных, настройка набора данных, выполнение корреляционного анализа, оценка качества данных, редактирование выбросов и экстремальных значений.

На рисунке 1 представлен фрагмент загруженных данных в Deductor.

```
Id number,RI,Na,Mg,Al,Si,K,Ca,Ba,Fe,Type of glass
1,1.52101,13.64,4.49,1.10,71.78,0.06,8.75,0.00,0.00,1
2,1.51761,13.89,3.60,1.36,72.73,0.48,7.83,0.00,0.00,1
3,1.51618,13.53,3.55,1.54,72.99,0.39,7.78,0.00,0.00,1
4,1.51766,13.21,3.69,1.29,72.61,0.57,8.22,0.00,0.00,1
5,1.51742,13.27,3.62,1.24,73.08,0.55,8.07,0.00,0.00,1
6,1.51596,12.79,3.61,1.62,72.97,0.64,8.07,0.00,0.26,1
7,1.51743,13.30,3.60,1.14,73.09,0.58,8.17,0.00,0.00,1
8,1.51756,13.15,3.61,1.05,73.24,0.57,8.24,0.00,0.00,1
9,1.51918,14.04,3.58,1.37,72.08,0.56,8.30,0.00,0.00,1
10,1.51755,13.00,3.60,1.36,72.99,0.57,8.40,0.00,0.11,1
11,1.51571,12.72,3.46,1.56,73.20,0.67,8.09,0.00,0.24,1
12,1.51763,12.80,3.66,1.27,73.01,0.60,8.56,0.00,0.00,1
13,1.51589,12.88,3.43,1.40,73.28,0.69,8.05,0.00,0.24,1
14,1.51748,12.86,3.56,1.27,73.21,0.54,8.38,0.00,0.17,1
15,1.51763,12.61,3.59,1.31,73.29,0.58,8.50,0.00,0.00,1
16,1.51761,12.81,3.54,1.23,73.24,0.58,8.39,0.00,0.00,1
17,1.51784,12.68,3.67,1.16,73.11,0.61,8.70,0.00,0.00,1
```

Рис. 1. Фрагмент исходных данных для классификации типа стекла

На этапе настройки задавались типы и виды данных для соответствующих входных и выходного столбцов. Также из набора исключен столбец «Id number», поскольку он является информационным и не влияет на результаты моделирования. На этапе корреляционного анализа выполнялся отбор информативных признаков для анализа. На завершающем этапе производилась оценка качества данных, а также редактирование выбросов и экстремальных значений. После выполнения указанных процедур данные были экспортированы в текстовый файл для дальнейшего анализа и построения нейронечеткой модели. Итоговая выборка данных для анализа включала 214 строк, 4 входных столбца (Na, Mg, Al, Ba) и 1 выходной (Type of glass) с 6 классами типа стекла.

На основе подготовленных данных произведено обучение нечеткой нейронной сети [15] в программном комплексе «Нейронечеткая система формирования нечетких моделей оценки дискретного состояния объектов» [16]. Он позволяет строить нечеткие и нейронечеткие модели [17-19]. Для обучения нечеткой нейронной сети в программе реализован генетический алгоритм [20].

На рисунке 2 представлен график обучения нечеткой нейронной сети.

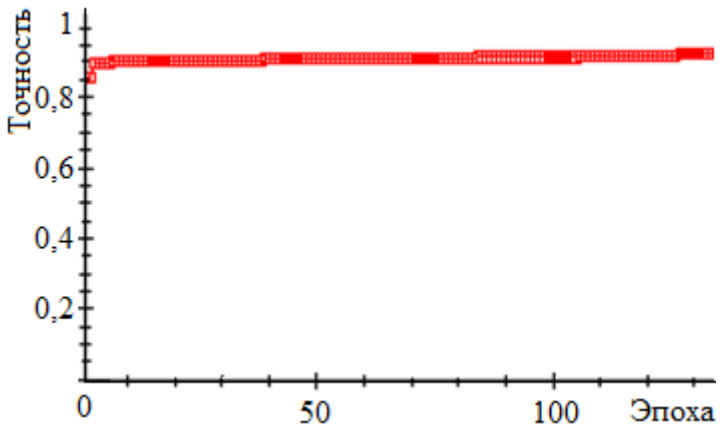


Рис. 2. График обучения нечеткой нейронной сети

Время построения модели составило 6 минут и 42 секунды. За это время реализовано 6 полных циклов обучения нечеткой нейронной сети. В каждом цикле генетический алгоритм настраивал значения 20-ти параметров функций принадлежности. В ходе обучения удалось достичь достаточно высокого результата точности классификации. Для обучающей выборки точность классификации составила 93,62%, для тестовой – 92,21%, что является хорошим показателем обобщающей способности нейронечеткой модели.

Построенная модель позволяет производить классификацию типа стекла с высокой степенью точности. Модель может быть эффективно использована в различных предметных областях, например, в криминалистике.

Источники

1. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нечёткая экспертная система диагностики маслонаполненных силовых трансформаторов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 148-154.
2. Катасёв А.С., Абдулхаков А.Р. Редукция нечетких правил в задаче оптимизации баз знаний экспертных систем // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2012. № 3. С. 110-115.
3. Сибгатуллин А.А., Катасёв А.С. Интеллектуальные модели оценки функционального состояния водителей в системах транспортной безопасности // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 139-143.
4. Яцало Б.И., Грицюк С.В., Радаев А.В., Коробов А.В. Нечеткая многокритериальная система поддержки принятия решений Decernsfmcda // Программные продукты и системы. 2022. № 2. С. 171-183.
5. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.
6. Катасёва Д.В., Баринов А.И. Нейронечеткая модель определения фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 69-72.
7. Галямичев А.В., Кирикова В.А. Конструкции из стекла. классификация и применение // Светопрозрачные конструкции. 2017. № 6 (116). С. 31-38.
8. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Аугментация данных и построение нейросетевых моделей распознавания рукописных символов в системах биометрической аутентификации // Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 3. С. 366-371.

9. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Кунафина Л.Н. Сверточная нейросетевая модель сортировки бытовых отходов // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 101-105.

10. Смирнов Ю.Н., Каляшина А.В. Использование нейросетевых методов в задаче повышения разрешения Super Resolution // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 10. С. 55-57.

11. Смирнов Ю.Н., Абдуллин А.И., Каляшина А.В. Нейронные сети для анализа биомедицинских изображений // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 106-109.

12. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.

13. Абдулхаков А.Р., Катасёв А.С. Кластерно-генетический метод редукции баз знаний интеллектуальных систем // Фундаментальные исследования. 2015. № 5-3. С. 471-475.

14. Ильницкий А.С. Технологии искусственного интеллекта в криминологической науке: компьютерное зрение // Алтайский юридический вестник. 2024. № 4 (48). С. 145-151.

15. Катасёва Д.В., Лосева Д.Д. Нейронечеткая модель оценки вредоносности сетевого трафика в Android-приложениях // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 77-80.

16. Катасёв А.С., Дагаева М.В., Хасбиуллин М.Ф. Нейронечеткая система формирования нечетких моделей оценки дискретного состояния объектов // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 60-63.

17. Катасёв А.С. Нейронечеткая модель формирования правил классификации, как эффективный аппроксиматор объектов с дискретным выходом // Кибернетика и программирование. 2018. № 6. С. 110-122.

18. Каляшина А.В., Кочеров А.В. Применение алгоритмов нечеткого регулирования в производстве сульфата алюминия // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2014. № 5 (107). С. 421-425.

19. Емалетдинова Л.Ю., Катасёв А.С., Назаров М.А. Нейронечеткая модель построения контуров на изображении // Инженерный вестник Дона. 2023. № 7 (103). С. 71-80.

20. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Редукция нейросетевых моделей на основе метода двухэтапной генетической оптимизации // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 71-75.

УДК 004-896

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЯВОК НА СОТРУДНИКОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ КОМПАНИИ

Кейн Роберт Дмитриевич
ФГБОУ ВО «Самарский университет», г. Самара, Россия
robertkejn@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается концепция систем интеллектуального распределения заявок на сотрудников технической поддержки компании, ее математическая модель и программная реализация. Приводится обзор существующих систем, обоснование выбора методов моделирования и примеры их практического применения. Описана разработка алгоритмов интеллектуального распределения заявок.

Ключевые слова: интеллектуальное распределение заявок, планирование, служба техподдержки, система управления взаимоотношениями с клиентами.

INTELLIGENT SYSTEM FOR DISTRIBUTING REQUESTS TO COMPANY TECHNICAL SUPPORT STAFF

Keyn Robert Dmitrievich
Samara University, Samara, Russia
robertkejn@gmail.com

Abstract. The article examines the concept of intelligent distribution systems for requests to the company's technical support staff, its mathematical model and software implementation. An overview of existing systems, justification for the choice of modeling methods and examples of their practical application are provided. The development of algorithms for intelligent distribution of requests is described.

Keywords: intelligent distribution system, planning, technical support stuff, CRM.

Служба технической поддержки компании состоит из двух уровней: сотрудников первой линии и сотрудников второй линии. Сотрудники первой линии техподдержки нужны для быстрой обработки поступающих заявок, их классификации и дальнейшей передачи специалистам второй линии. В некоторых случаях сотрудники первой линии могут самостоятельно обработать заявку, если их компетенции это позволяют или среди специалистов второй линии нет доступных сотрудников. Сотрудники второй линии техподдержки имеют более углубленные компетенции и занимаются разрешением комплексных вопросов обращений клиентов. В современной практике первую

линию сотрудников техподдержки часто упраздняют, передавая обязательства по распределению заявок программному обеспечению.

Система управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) [1] является неотъемлемой частью любой компании, деятельность которой связана с обслуживанием большого количества клиентов. Однако существующие системы не способны одновременно обеспечивать высокий уровень обслуживания клиентов компании и предоставлять работникам компании комфортные условия труда. Большинство подобных систем функционируют на основании системы тикетов [2], в которой сотрудники должны сами выбирать заявки из общего списка заявок, по мере их занятости. Изначально сотруднику не известна тема и содержимое заявки, пока он не примет ее в обработку, что не подразумевает равномерного распределения нагрузки между сотрудниками и не позволяет учитывать индивидуальные способности каждого сотрудника.

В современных CRM, таких как «amoCRM» [3] или «Еадеск» [4] также используется тикет-система, в то время как в системе «ОКдеск» [5] используется пул чатов, в котором все чаты доступны всем сотрудникам, что добавляет дополнительные трудозатраты на кооперацию и распределение обязанностей среди сотрудников.

Интеллектуальность распределения заявок может проявляться в двух направлениях: обучать всех сотрудников абсолютно одинаковым компетенциям, либо наоборот, подбирать сотрудникам те заявки, с которыми они потенциально будут лучше справляться. Первый подход позволит создать гибкий штат сотрудников, изменения в котором не смогут сильно отразиться на качестве обслуживания клиентов, поскольку не существует незаменимых специалистов, однако из-за этого некоторые сотрудники могут не справляться с поступившими заявками, вследствие чего случаи перенаправления заявки на более опытного сотрудника будут случаться чаще. Второй подход может снизить частоту подобных случаев, потому что алгоритм будет подбирать наиболее релевантную по компетенциям заявку, однако из-за этого в случае отсутствия сотрудника с нужными компетенциями качество обслуживания клиентов может сильно упасть.

В общем виде задачу распределения заявок можно представить как функцию максимизации количества выполненных заявок с ограничением в виде функции минимизации количества заявок, не соответствующих требованиям корпоративных стандартов.

Дано:

1) множество сотрудников с определенными интервалами графиков работы: $O = \{o_j\}$, j=1..m,

где m – количество сотрудников.

2) множество заявок со сроками реализации заявок и количеством времени, необходимого на их разрешение: $Z = \{z_i\}$, i=1..n,

где n – количество заявок.

Необходимо разработать алгоритм, распределяющий максимальное количество заявок из множества заявок Z на множество сотрудников O.

Функция максимизации: $\sum_{i=0}^{n} i \rightarrow max$,

где n – количество заявок.

Дополнительное ограничение: $\sum_{i=0}^{m} t_i \rightarrow min$,

где $t_j \in T$;

T – множество интервалов оставшегося рабочего времени сотрудников.

В качестве основы алгоритма распределения заявок было принято решение взять алгоритм задачи о рюкзаке [6], исходя из простоты его реализации и гибкости в настройке. Однако если принять рабочее время сотрудника за емкость рюкзака и длительность разрешения заявки за вес, алгоритм будет распределять заявки неравномерно, постоянно перегружая одних и тех же сотрудников. Для решения этой проблемы необходимо разбивать рабочее время сотрудников на интервалы и заполнять их рабочее время заявками по очереди, тогда равномерность распределения заявок значительно увеличится. Для решения этой проблемы были разработаны два алгоритма, разбивающие все рабочее время сотрудников на интервалы. Первый алгоритм разбивает рабочее время сотрудников на интервалы, равные по величине самой большой длительности обработки класса заявки. Второй алгоритм разбивает рабочее время сотрудников по границам пересечения их рабочих интервалов. Заполнение интервалов происходит в порядке уменьшения количества пересекающихся одинаковых интервалов в едином временном промежутке.

Для проверки было произведено тестирование всех трех алгоритмов разбиения рабочего времени сотрудников на интервалы, на двух датасетах. Первый датасет предоставлял среднюю степень загруженности сотрудников порядка 50% рабочего времени сотрудников в день. Второй предоставлял избыточную степень загруженности сотрудников порядка 120% рабочего времени сотрудников в день. В результате тестирования самым оптимальным оказался подход с разбиением рабочего времени сотрудника на интервалы размером самой длительной заявки для разрешения.

С использованием описанного алгоритма было создано программное обеспечение, которое позволяет загружать заявки в систему и планировать их на сотрудников (рисунок 1). Параллельно с планированием система составляет план распределения заявок в формате .xlsx (рисунок 2).

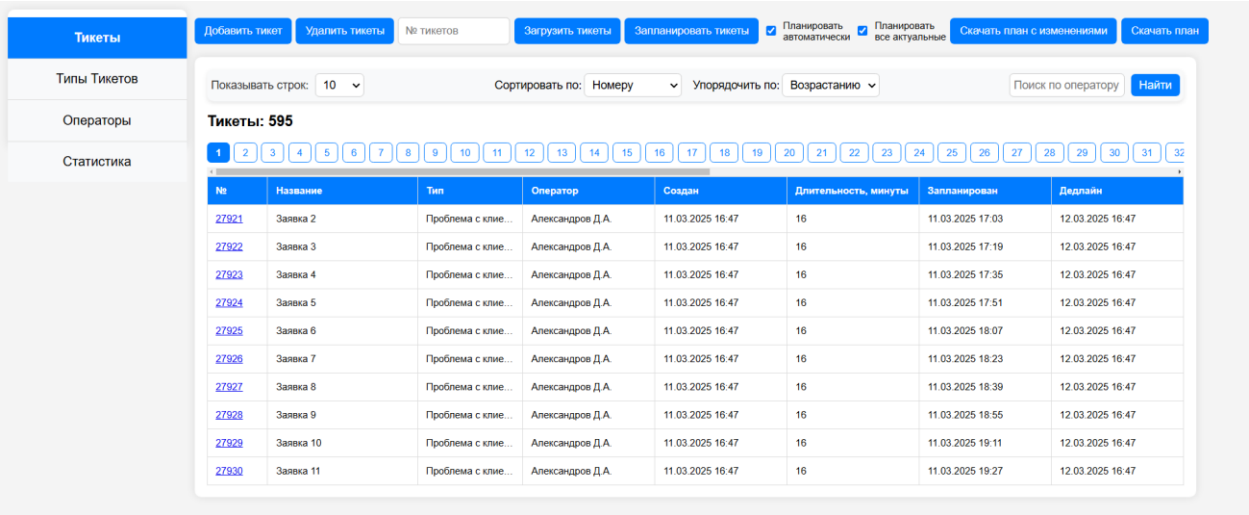


Рис. 1. Интерфейс программы

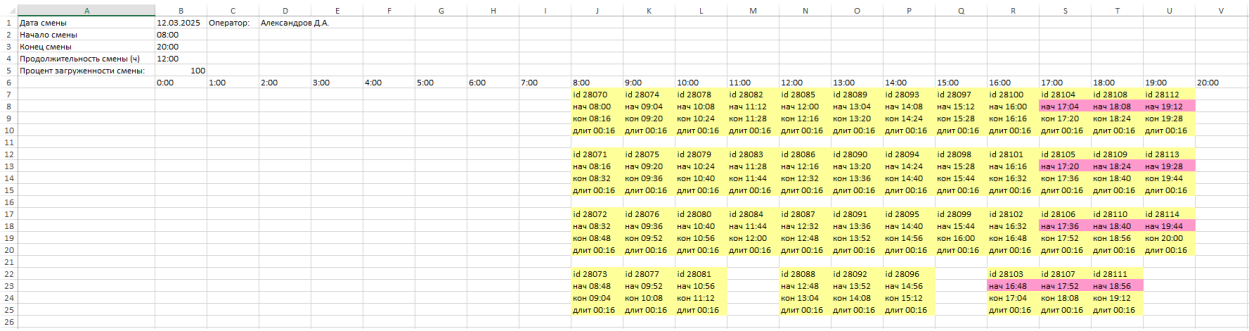


Рис. 2. Пример составленного рабочего плана

Источники

1. Система управления взаимоотношениями с клиентами [Электронный ресурс]. https://en.wikipedia.org/wiki/Customer_relationship_management (дата обращения: 15.03.25).

2. Тикет система (trouble ticket system, ticket support). [Электронный ресурс]. https://en.wikipedia.org/wiki/Issue_tracking_system (дата обращения: 15.03.25).

3. CRM система «amoCRM». [Электронный ресурс]. https://www.amocrm.ru/ (дата обращения: 16.03.25).

4. CRM система «Еадеск». [Электронный ресурс]. https://yeahdesk.ru/ (дата обращения: 16.03.25).

5. CRM система «ОКdesk». [Электронный ресурс]. https://okdesk.ru/ (дата обращения: 16.03.25).

6 Задача о рюкзаке. [Электронный ресурс]. https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0_%D0%BE_%D1%80%D1%8E%D0%BA%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%B5 (дата обращения: 16.03.25).

УДК 004.8:005.932

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК НОВЫЙ БИЗНЕС-ПАРТНЕР

Ким Данил Андреевич, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zaripova.rs@kgeu.ru

Аннотация. В статье рассматривается роль искусственного интеллекта (ИИ) как стратегического партнёра для современного бизнеса на примере российских компаний. Актуальность исследования связана с необходимостью эффективного внедрения ИИ для оптимизации бизнес-процессов, повышения конкурентоспособности и создания новых возможностей для роста. В условиях цифровой трансформации ИИ становится ключевым инструментом для компаний, стремящихся адаптироваться к быстро меняющимся рыночным условиям. В статье анализируются ключевые задачи и функционал ИИ в бизнесе, включая автоматизацию процессов, анализ данных и прогнозирование. Описаны успешные практики внедрения ИИ в российских компаниях. Проанализированы стратегии, направленные на повышение эффективности бизнеса с помощью ИИ. Искусственный интеллект играет ключевую роль в трансформации бизнеса, помогая компаниям достигать стратегических целей. Активное внедрение ИИ способствует повышению производительности, снижению издержек и созданию новых возможностей для роста.

Ключевые слова: искусственный интеллект, бизнес-процессы, цифровая трансформация, автоматизация, анализ данных, прогнозирование, стратегический партнёр, эффективность.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A NEW BUSINESS PARTNER

Kim Danil Andreevich, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
zaripova.rs@kgeu.ru

Abstract. The article considers the role of artificial intelligence (AI) as a strategic partner for modern business on the example of Russian companies. The relevance of the research is related to the need for effective implementation of AI to optimise business processes, improve competitiveness and create new opportunities for growth. In the context of digital transformation, AI is becoming a key tool for companies seeking to adapt to rapidly changing market conditions. The article analyses the key tasks and functionality of AI in business, including process automation, data analysis and forecasting. Successful practices of AI implementation in Russian companies are described. Strategies aimed at improving business efficiency with the help of AI are analysed. Artificial intelligence plays a key role in business transformation, helping companies to achieve strategic goals. Active implementation of AI helps to increase productivity, reduce costs and create new opportunities for growth.

Keywords: artificial intelligence, business processes, digital transformation, automation, data analysis, forecasting, strategic partner, efficiency.

Современный бизнес сталкивается с необходимостью адаптации к быстро меняющимся условиям рынка, вызванным цифровой трансформацией [1, 2]. Искусственный интеллект (ИИ) становится одним из ключевых инструментов, позволяющих компаниям не только оптимизировать свои процессы, но и создавать новые возможности для роста [3]. Внедрение ИИ в бизнес-процессы способствует повышению производительности, снижению издержек и улучшению качества принимаемых решений [4]. В России такие компании, как Сбер, Яндекс и Магнит, уже активно используют ИИ для достижения стратегических целей, что делает эту тему особенно актуальной для изучения.

Новизна исследования заключается в анализе роли ИИ как стратегического партнёра для бизнеса на примере российских компаний. В отличие от существующих работ, которые часто фокусируются на технических аспектах ИИ, данное исследование рассматривает проблему с точки зрения бизнес-стратегии, включая анализ методов внедрения, оценку эффективности и разработку практических рекомендаций.

Целью работы является выявление значимости ИИ в бизнесе, анализ методов его внедрения в российских компаниях и разработка рекомендаций для эффективного использования ИИ в качестве стратегического партнёра.

Материалы и методы, использованные в исследовании, представляют собой основу для анализа и выявления ключевых направлений внедрения ИИ в бизнес. Исследование базируется на комплексном подходе, включающем анализ литературы, отчётов консалтинговых компаний и успешных кейсов внедрения ИИ в российских компаниях. Анализ кейсов позволил изучить реальные примеры внедрения ИИ в российских компаниях, такие как использование ИИ в Яндексе для анализа поведения пользователей и улучшения сервисов.

В качестве теоретической базы использовались работы российских исследователей в области искусственного интеллекта, цифровой трансформации и управления бизнес-процессами [5]. Для анализа текущих трендов и статистики использовались отчёты российских консалтинговых компаний. Отчёты за 2024 год указывает, что компании, активно использующие ИИ, увеличивают свою прибыль на 25-35% по сравнению с конкурентами.

ИИ все чаще становится важным и незаменимым бизнес-партнером для компаний разных отраслей. Его роль заключается в различных аспектах ведения бизнеса. ИИ может обрабатывать и анализировать большие объемы данных, выявлять особенности и тренды, что позволяет принимать более обоснованные решения. Это особенно полезно для прогнозирования спроса, анализа рынка и выявления новых возможностей [6, 7]. ИИ способен оптимизировать внутренние бизнес-процессы, автоматизируя рутинные задачи. Это включает в себя автоматизацию документооборота, управления проектами, финансовых

операций и т.д., что позволяет сократить время и затраты. ИИ технологии, такие как чат-боты и виртуальные ассистенты, могут обеспечивать круглосуточную поддержку клиентов, отвечая на часто задаваемые вопросы и повышая уровень удовлетворенности клиентов. ИИ может анализировать поведение и предпочтения клиентов, создавая персонализированные рекомендации и предложения. Это значительно увеличивает шансы на конверсию и повторные покупки. ИИ позволяет оптимизировать управление запасами, предсказывая спрос и автоматизируя процесс поставок. Это помогает снизить издержки и улучшить управление цепочками поставок. ИИ может помочь в оценке рисков, анализируя данные о потенциальных угрозах, таких как мошенничество, рыночные колебания или изменения в законодательстве, что позволяет реагировать на них заранее. ИИ способствует ускорению процессов разработки, позволяя создавать новые продукты более эффективно. Он может использоваться для моделирования, тестирования идей и даже для автоматизированного создания новых дизайнов и концепций.ИИ может поддерживать программы обучения сотрудников, адаптируя материалы к индивидуальным потребностям и способностям каждого работника, что повышает уровень квалификации команды. ИИ может работать совместно с другими технологиями, такими как блокчейн, Интернет вещей (IoT) и облачные сервисы, создавая более комплексные и эффективные решения для бизнеса.

Одним из наиболее значимых применений ИИ является автоматизация процессов. Например, в Сбере ИИ используется для обработки заявок на кредиты, что сокращает время рассмотрения на 40% и минимизирует ошибки, связанные с человеческим фактором. Это ускоряет процессы и повышает удовлетворённость клиентов, делая услуги более доступными и удобными.

Ещё одним важным направлением является прогнозирование и анализ данных. Компания Магнит применяет ИИ для прогнозирования спроса на товары, что позволяет оптимизировать логистику и избежать излишков или дефицита на складах. Такой подход не только снижает затраты, но и повышает эффективность управления запасами, что важно в условиях конкуренции [8].

Персонализация взаимодействия с клиентами – ещё одна область, где ИИ демонстрирует свою эффективность. Яндекс.Маркет использует ИИ для создания индивидуальных рекомендаций, что увеличивает конверсию на 25%. Это подчёркивает, как ИИ помогает компаниям лучше понимать потребности клиентов и предлагать им персонализированные решения, что в итоге укрепляет лояльность потребителей.

Кроме того, ИИ способствует оптимизации ресурсов. Например, в РЖД ИИ используется для планирования маршрутов поездов, что позволяет сократить расходы на топливо на 10%. Это не только снижает операционные

затраты, но и делает процессы более экологичными, что соответствует современным трендам устойчивого развития.

Таким образом, искусственный интеллект становится неотъемлемой частью бизнеса, помогая компаниям решать сложные задачи, повышать эффективность и создавать новые возможности для роста. Успешные кейсы российских компаний подтверждают, что ИИ – это не просто инструмент, а стратегический партнёр, способный трансформировать подходы к управлению и принятию решений. ИИ помогает компаниям адаптироваться к изменениям на рынке, повышать эффективность и оставаться конкурентоспособными.

Источники

1. Кузнецов А. В., Смирнова Е. А. Искусственный интеллект в бизнесе: возможности и вызовы // Инновации и инвестиции. 2020. № 12(3). С. 45-58.
2. Зарипова Р.С., Миронов С.П. Процесс управления инновационной деятельностью организаций при переходе к цифровой экономике // Наука Красноярья. 2018. Т. 7. № 2-2. С. 25-29.
3. Рочева О.А., Морозова И.Г., Тумашева М.В. Приоритетные направления применения технологий искусственного интеллекта как инструмента трансформации бизнес-процессов // Наука Красноярья. 2023. Т.12. №3-2. С.55-59.
4. Хаджиева Л.К., Халидов А.А., Хагаева А.В. Цифровизация и автоматизация производства в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 443-446.
5. Гимаева А.Р., Нуриев М.Г., Зарипова Р.С. Применение реинжиниринга бизнес-процессов в деятельности предприятия автомобильного сервиса // Russian Journal of Management. 2024. Т. 12. № 4. С. 80-92.
6. Емалетдинова Л. Ю., Вильданов Н. Р., Катасев А. С. Использование нейросетевой модели TCN-LSTM для прогнозирования значений временного ряда // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 62-64.
7. Зарипова К.И., Нуриев М.Г. Автоматизация процесса предварительной оценки кредитоспособности клиентов коммерческого банка // Russian Journal of Management. 2024. Т. 12. № 4. С. 42-56.
8. Зарипова Р.С., Пырнова О.А. Управление деятельностью организаций в условиях цифровой экономики // Ученые записки ИСГЗ. 2018. Т. 16. № 2. С. 70-75.

УДК 378.1:004

СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВНЕДРЕНИЯ ИИ: ВЛИЯНИЕ НА РЫНОК ТРУДА И ОБЩЕСТВО

Ким Данил Андреевич, Сагидуллин Айнур Рустамович, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия,
kim.dan-il03@mail.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. В работе рассматриваются социальные последствия внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в различные сферы человеческой деятельности, с акцентом на его влияние на рынок труда и общественные отношения. Анализируются как положительные, так и отрицательные изменения, вызванные автоматизацией и применением ИИ. Особое внимание уделено изменениям в структуре занятости, росту социального неравенства и морально-этическим аспектам, связанным с заменой человеческого труда машинами. Подчеркивается необходимость адаптации образовательных систем и социальных программ для минимизации негативных последствий и обеспечения справедливого распределения выгод от новых технологий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматизация, рынок труда, социальные изменения, занятость, неравенство, морально-этические аспекты, профессии будущего, социальная справедливость, технологии.

SOCIAL CONSEQUENCES OF THE INTRODUCTION OF AI: IMPACT ON THE LABOR MARKET AND SOCIETY

Kim Danil Andreevich, Sagidullin Ainur Rustamovich, Pyrnova Olga Alexandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
kim.dan-il03@mail.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. The article examines the social consequences of the introduction of artificial intelligence (AI) in various spheres of human activity, with an emphasis on its impact on the labor market and public relations. Both positive and negative changes caused by automation and the use of AI are analyzed. Special attention is paid to changes in the employment structure, the growth of social inequality and the moral and ethical aspects associated with the replacement of human labor by machines. The need to adapt educational systems and social programs is emphasized in order to minimize negative consequences and ensure a fair distribution of benefits from new technologies.

Keywords: artificial intelligence, automation, labor market, social change, employment, inequality, moral-ethical aspects, future professions, social justice, technologies.

В последние годы искусственный интеллект (ИИ) активно внедряется в различные отрасли экономики, начиная от производства и заканчивая сферой услуг. Эти изменения значительно влияют на рынок труда и общественные отношения. С одной стороны, ИИ позволяет повысить производительность,

оптимизировать процессы и создавать новые возможности для бизнеса, с другой – он вызывает серьезные трансформации в социальной сфере, особенно в плане занятости и социальной справедливости.

Одним из ключевых последствий внедрения ИИ является изменение структуры занятости. Автоматизация и использование интеллектуальных систем значительно снижают потребность в рутинных, низкоквалифицированных работниках, таких как операторы call-центров, водители, кассиры и сборщики на производственных линиях. По прогнозам экспертов, в России в ближайшие десять лет может быть утрачено до 4 миллионов рабочих мест, что связано с автоматизацией процессов и ростом числа роботов и машин в промышленности и сервисах [1]. Это ведет к риску увеличения безработицы среди людей, не обладающих высокими квалификациями, и усилению социальной напряженности, особенно в регионах с низким уровнем образования и развития.

Однако внедрение ИИ также открывает новые горизонты для создания рабочих мест. Появляются профессии, связанные с анализом больших данных, разработкой и поддержкой ИИ-систем, а также с обеспечением ИТ-безопасности. В частности, возрастает потребность в специалистах, способных обучать машины, анализировать результаты работы ИИ и адаптировать технологии под специфические нужды бизнеса. Все эти профессии требуют более высококвалифицированных специалистов, что открывает новые возможности для людей, которые готовы развивать свои навыки и обучаться новым технологиям [2].

С другой стороны, внедрение ИИ приводит к усилению социального неравенства. Люди, имеющие доступ к образованию, осваивающие новые профессии и развивающиеся в сфере высоких технологий, смогут пользоваться преимуществами цифровой экономики. В то время как меньшинство будет обладать высококвалифицированными навыками, большинство окажется в положении людей с устаревшими профессиями, чьи навыки уже не востребованы на рынке труда. Таким образом, разрыв между богатым и бедным слоями населения может усилиться, что приведет к возникновению новых форм социальной изоляции и обострению проблем социального неравенства [3].

Особое внимание следует уделить морально-этическим аспектам внедрения ИИ. Когда машины начинают выполнять задачи, которые ранее были прерогативой человека, возникает вопрос об обеспечении справедливости и ответственность. Также значение имеет вопрос о том, кто несет ответственность за ошибки, совершенные ИИ, особенно в тех случаях, когда его действия могут привести к ущербу для людей. Например, если автопилот в автомобиле ИИ примет неправильное решение, кто будет виновен – разработчик, производитель автомобиля или сам ИИ. Эти вопросы требуют серьезных размышлений и разработки этических норм, которые помогут

предотвратить возможные негативные последствия для общества [4,5].

Важным аспектом становится также необходимость адаптации системы образования. Для того чтобы помочь гражданам адаптироваться к изменениям на рынке труда, нужно пересматривать подходы к обучению. В первую очередь это касается внедрения образовательных программ, ориентированных на подготовку специалистов для работы с новыми технологиями. Важно развивать курсы, которые обучают цифровым навыкам, искусственному интеллекту, анализу данных, а также креативным и аналитическим способностям, которые невозможно полностью автоматизировать. Вместе с тем, необходимо создать программы переподготовки и повышения квалификации для тех, кто уже работает в традиционных профессиях, с целью их адаптации к новой реальности [6].

С учетом того, что изменения происходят быстро и затрагивают все сферы жизни, ключевую роль в минимизации рисков и использовании преимуществ ИИ сыграют государственные инициативы, направленные на поддержку социально уязвимых слоев населения. Например, программы социальной помощи, создание рабочих мест в новых индустриях, стимулирование развития стартапов в области ИТ и робототехники. При этом важно учитывать, что внедрение ИИ должно быть направлено на улучшение качества жизни людей, а не на сокращение рабочих мест и обострение социального неравенства.

Для лучшего понимания социальных изменений, вызванных внедрением ИИ, можно рассмотреть таблицу 1, иллюстрирующую возможные изменения на рынке труда в зависимости от уровня квалификации работников.

Таблица 1. Изменения на рынке труда в зависимости от уровня квалификации

Тип профессии	Уровень квалификации	Влияние ИИ
Работники сферы обслуживания (кассиры, официанты)	Низкая квалификация	Сокращение рабочих мест из-за автоматизации
Специалисты по информационным технологиям (разработчики, аналитики данных)	Высокая квалификация	Рост спроса на специалистов
Производственные рабочие (сборщики, операторы станков)	Средняя квалификация	Частичное сокращение рабочих мест из-за роботизации
Медицинские работники (врачи, медсестры)	Высокая квалификация	Адаптация технологий в области диагностики
Профессии, требующие креативных способностей (дизайнеры, писатели)	Средняя и высокая квалификация	Минимальное влияние, развитие новых форм творчества

В долгосрочной перспективе использование ИИ может значительно повысить производительность, привести к улучшению качества жизни, однако важно учитывать социальные последствия. Для того чтобы изменения не

привели к углублению социального разрыва и ухудшению жизни менее защищенных слоев общества, необходимо обеспечить комплексный подход к внедрению ИИ, который включал бы как технические, так и социальные аспекты.

Источники

1. Волобуев, А. В. Этика искусственного интеллекта, дискриминация и неравенство / А. В. Волобуев // Век глобализации. – 2023. – № 3(47). – С. 48-62.
2. Ларионова, Н. И., Юрьева О. В. Бурганова Л. А. Рынок труда в условиях цифровой трансформации экономики / Н.И. Ларионова, О.В. Юрьева, Л.А. Бурганова // Вестник экономики, права и социологии. – 2022. – № 4. – С. 90-97.
3. Зарипова, Р. С. Управление деятельностью организаций в условиях цифровой экономики / Р. С. Зарипова, О. А. Пырнова // Ученые записки ИСГЗ. – 2018. – Т. 16, № 2. – С. 70-75.
4. Мухаметзянов, И. И. Прогнозирование рыночных тенденций с помощью искусственного интеллекта / И. И. Мухаметзянов, Р. Р. Салимов // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 10–11 апреля 2024 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 986-988.
5. Фугина, А. К. Влияние развития и применения искусственного интеллекта на общество / А. К. Фугина, О. А. Пырнова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения : Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 10–11 апреля 2024 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 1163-1166.

УДК 004.056

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ И РАЗРАБОТКА АДАПТИВНЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ АТАК НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КИБЕРПРОСТРАНСТВЕ

Козырева Надежда Ивановна, Щанькин Кирилл Дмитриевич, Сафронова Анастасия Витальевна
ФГБОУ ВО «ПГУТИ», г. Самара, Россия
n.kozyreva@psuti.ru, mr.shanckin@yandex.ru, Avsafronova2002@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) для анализа уязвимостей и разработки адаптивных методов защиты от кибератак. Анализируются современные угрозы и роль ИИ в их развитии, а также преимущества и возможности использования ИИ для мониторинга, прогнозирования угроз и автоматизации обработки инцидентов. Подчеркивается необходимость адаптивных методов защиты и разработки интеллектуальных систем безопасности, способных реагировать на новые и неизвестные угрозы. Рассматриваются методы машинного обучения и их применение в кибербезопасности, включая классификацию и кластеризацию данных, а также прогнозирование и синтез возможностей.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, машинное обучение, кибербезопасность, анализ уязвимостей, адаптивные методы защиты, прогнозирование угроз, автоматизация инцидентов, нейронные сети, сетевой трафик, поведенческий анализ.

VULNERABILITY ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF ADAPTIVE METHODS OF PROTECTION AGAINST ATTACKS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CYBERSPACE

Kozyreva Nadezhda Ivanovna, Shchankin Kirill Dmitrievich, Safronova Anastasia Vitalyevna
PGUTI, Samara, Russia
n.kozyreva@psuti.ru, mr.shanckin@yandex.ru, Avsafronova2002@mail.ru

Abstract. The article discusses the use of artificial intelligence (AI) and machine learning (MO) to analyze vulnerabilities and develop adaptive methods to protect against cyber attacks. The article analyzes modern threats and the role of AI in their development, as well as the advantages and possibilities of using AI for monitoring, threat forecasting and incident automation. The need for adaptive protection methods and the development of intelligent security systems capable of responding to new and unknown threats is emphasized. Machine learning methods and their application in cybersecurity are considered, including data classification and clustering, as well as forecasting and synthesis of capabilities.

Keywords. Artificial intelligence, machine learning, cybersecurity, vulnerability analysis, adaptive protection methods, threat forecasting, incident automation, neural networks, network traffic, behavioral analysis.

С развитием технологий киберугрозы становятся все более сложными и адаптивными. Искусственный интеллект (ИИ) играет ключевую роль в этой эволюции, позволяя злоумышленникам создавать более изощренные атаки. «Современные угрозы включают в себя продвинутые методы маскировки» [1], что требует переосмысления подходов к защите информационных систем.

На начальных этапах интернета угрозы были ограничены простыми вирусами и червями. Однако с течением времени «появились хакерские атаки, ставшие более целенаправленными и изощренными» [1]. Использование ИИ позволяет злоумышленникам «создавать адаптивные и обучаемые алгоритмы» [1], что делает их атаки более эффективными.

Системы, использующие ИИ, также становятся объектами атак. «Атакующие могут пытаться внедрить вредоносный код в системы машинного обучения» [1], что создает новые уязвимости. Это подчеркивает необходимость разработки специализированных методов защиты, которые могут адаптироваться к изменяющимся условиям и угрозам.

Для противодействия атакам на основе ИИ необходимо внедрение адаптивных методов защиты, которые могут анализировать поведение системы в реальном времени и выявлять аномалии. Такие методы должны включать в себя:

1. Мониторинг и анализ поведения: Использование алгоритмов машинного обучения для выявления аномалий в поведении пользователей и систем.

2. Динамическое обновление защитных механизмов: Адаптация систем безопасности на основе новых данных о киберугрозах.

3. Обучение на основе инцидентов: Постоянное улучшение моделей защиты на основе анализа предыдущих атак и инцидентов.

Традиционные методы обнаружения угроз, основанные на сигнатурах и правилах, всё чаще оказываются неэффективными против новых, неизвестных атак. «Искусственный интеллект с глубоким обучением предоставляет мощные инструменты для обнаружения и анализа аномалий в системах и сетях информационной безопасности» [2]. Алгоритмы машинного обучения, такие как нейронные сети, анализируют большие объемы данных, выявляя скрытые закономерности и отклонения от нормального поведения системы или пользователя. Это позволяет обнаруживать «неизвестные или непредсказуемые атаки, которые могут пройти незамеченными при использовании традиционных методов обнаружения» [2]. ИИ может применяться для мониторинга сетевого трафика, анализа журналов событий, контроля доступа и других задач, оперативно предупреждая о потенциальных угрозах.

Прогнозирование угроз позволяет предвидеть потенциальные атаки и принимать превентивные меры. Алгоритмы машинного обучения анализируют исторические данные о кибератаках, уязвимостях и других факторах, выявляя

скрытые паттерны и тренды, указывающие на возможные угрозы в будущем. ИИ может использоваться для предсказания последствий уязвимостей и потенциальных уязвимых мест в системе, позволяя администраторам принимать меры заранее.

Применение искусственного интеллекта способно значительно повысить эффективность и скорость обработки инцидентов. ИИ может применяться для создания экспертных систем, которые могут легко управлять данными угрозами, анализировать информацию и предлагать наиболее оптимальные решения для действий по борьбе с ними. Эти системы могут оперативно реагировать на появляющиеся атаки и успешно подстраиваться под постоянно изменяющиеся условия.

ИИ позволяет создавать интеллектуальные системы безопасности, способные адаптироваться к новым угрозам и динамически изменять свои методы защиты. Алгоритмы машинного обучения и глубокого обучения выявляют характерные признаки и паттерны, связанные с различными типами атак. Системы ИИ могут быть реализованы в реальном времени, просматривать сетевой трафик, системные логи и другие данные для проверки любого подозрительного поведения. Это может быть полезно для разработки адаптивных защитных систем, которые могут обнаруживать новые и неизвестные угрозы и самостоятельно обновлять правила брандмауэра или антивирусного программного обеспечения.

ИИ может значительно улучшить системы аутентификации, делая их более надежными и удобными. Биометрические методы аутентификации, такие как распознавание лиц или голоса, могут быть значительно улучшены с помощью алгоритмов машинного обучения. ИИ также может использоваться для анализа поведенческих факторов, таких как манера набора текста или движения мыши, для выявления несанкционированного доступа.

«Использование искусственного интеллекта (ИИ) в этой области позволяет расширить возможности анализа данных и принятия решений, связанных с рисками» [2]. ИИ может выявлять скрытые паттерны и тренды, которые помогают в прогнозировании будущих рисков, а также для автоматического сбора, структурирования и анализа информации из различных источников.

Технологии прогнозирования уязвимостей на основе ИИ и LLMs «позволяют анализировать большие объемы данных, обнаруживать аномалии, предугадать угрозы и автоматизировать обработку инцидентов, тем самым повышая эффективность систем информационной безопасности» [3].

Обработка естественного языка (NLP): используется для анализа текстовых данных, таких как фишинговые письма.

Машинное обучение с подкреплением: позволяет создавать системы, которые могут автоматизированно искать уязвимости.

Метод опорных векторов (SVM): широко применяется для выявления уязвимостей на основе характеристик сетевого трафика или кода приложений. SVM может помочь обнаружить аномалии и предсказать потенциальные угрозы безопасности.

Байесовские сети: применяются для повышения надежности обнаружения уязвимостей, особенно в условиях неопределенности. «Этот метод позволяет включать в оценку другие наблюдения в качестве доказательств, например, как часто используемый механизм обнаружения генерирует ложноположительные результаты и т.д.» [3].

Регрессия дерева с градиентным усилением: используется для определения поведения пользователей и прогнозирования важных событий на основе истории исправлений и обновлений.

LLMs, такие как GPT-3 и GPT-4, «представляют собой мощные инструменты для анализа и понимания естественного языка, что позволяет им обнаруживать фишинговые письма, мошеннические сообщения и другие виды социальной инженерии» [3]. Они также могут использоваться для ревью кода и обнаружения уязвимостей в программном обеспечении.

Интегрированные LLMs-приложения могут создавать новые векторы атак и потенциальные уязвимости. «Успешная эксплуатация выявленных уязвимостей может привести к тому, что пользователи получат ответы, соответствующие намерениям внешнего злоумышленника (инициатора угрозы)» [3]. Для противодействия этим угрозам важны целостность, определение источника, возможность обнаружения атак и обеспечение безопасности.

Облачные платформы предоставляют богатый источник данных для применения механизмов ИИ. «Каждая организация, компания, государственные органы ежедневно устраняют уязвимости в своих информационных системах, ИТ-инфраструктуре и т.д.» [3]. Использование этих данных может усилить приоритеты устранения уязвимостей.

Ошибки конфигурирования, вызванные человеческим фактором, остаются значительным источником уязвимостей. С человеческим фактором связано большинство слабых мест кибербезопасности [4]. Помощь в поиске слабостей, возникающих при изменении сетевых конфигураций, может оказать адаптивные инструменты на базе ИИ; и подъезжать экспертам консультации по исправлению этих слабостей в режиме реального времени [4]. Ручные процессы трудно воспроизводить точно, особенно в динамичной среде кибербезопасности. ИИ и МО могут автоматизировать повторяющиеся задачи, повышая эффективность и снижая риск ошибок. Никогда не удастся выполнить

вручную процесс точно так же, как предыдущий раз, особенно в настолько динамичной среде кибербезопасности современного ландшафта, как в эпохе машинного обучения

Многоуровневые системы безопасности генерируют множество оповещений, которые сложно анализировать вручную. ИИ может помочь IT-специалистам эффективно справляться с большим количеством угроз, объединяя однотипные угрозы и устраняя некоторые проблемы автоматически. Эксплуатация AI для обеспечения кибербезопасности IT-специалистам помимо большого числа угроз, позволит оптимизировать работу. Атаки развиваются очень быстро, и реакция человека часто оказывается недостаточно быстрой. Автоматизированные системы на основе МО способны извлекать данные об атаках, группировать их и предоставлять отчеты, а также предлагать рекомендуемые действия для ограничения ущерба.

Новые виды атак и инструменты могут сбить с толку специалистов по безопасности. МО может облегчить прогнозирование новых угроз за счет более эффективной работы с базой существующих угроз. «Программа на основе машинного обучения поможет распознать атаку, выявив общие черты у новой угрозы и обнаруженных ранее» [4]. Нехватка квалифицированных специалистов в области кибербезопасности является серьезной проблемой. ИИ может позволить сократить штат специалистов, автоматизируя рутинные задачи. «Наличие инструментов на основе ИИ позволит сократить штат специалистов» [4]. Специалистам может быть сложно адаптировать свои навыки к конкретным требованиям компаний. Алгоритмы МО могут быть адаптированы для соответствия необходимым требованиям.

МО в кибербезопасности «ориентировано на точность, а не на результат» [4]. Оно отлично справляется с однообразными задачами, такими как идентификация закономерностей в данных и проверка их на соответствие шаблонам. Возможности машинного обучения могут использоваться для различных целей. Классификация данных определяет определенные категории для объектов данных. «При классификации данных объектам назначаются категории в соответствии с заранее определенными правилами» [4]. Кластеризация, напротив, разделяет данные на кластеры по сходным характеристикам. «При кластеризации данных отсеянные в ходе классификации значения объединяются в кластеры с общими или нетипичными характеристиками» [4].

Примеры использования машинного обучения в кибербезопасности включают классификацию данных по конфиденциальности для соблюдения нормативов, профили безопасности на основе поведения пользователей, профили безопасности на основе данных о работе системы и блокировку ботов на основе поведения.

Несмотря на перспективы, существуют ограничения, такие как противоречия между сбором данных для МО и законами о конфиденциальности. Также необходимы эксперты по кибербезопасности на основе ИИ и МО. «Эффективность средств сетевой безопасности, основанных на технологиях машинного обучения, значительно повысится при наличии сотрудников, способных обслуживать и настраивать их по мере необходимости» [4].

Инвестирование в технологии будущего, использование ИИ и МО для помощи специалистам, а не для замены их, а также регулярное обновление политик в области обработки данных станут важными шагами на пути к будущему кибербезопасности.

Источники

1. Dai Hack Эволюция угроз в киберпространстве: от вирусов к искусственному интеллекту / Dai Hack [Электронный ресурс] // https://dzen.ru/a/Za0Q2mqS3iRfFclW: [сайт]. URL: (дата обращения: 20.02.2025).
2. Бекматов А.К., Кутдусова Э.Р., Мукимов Ш.И., Давлатова Н.Н. Прогрессивные тенденции применения искусственного интеллекта в области информационной безопасности / Бекматов А.К., Кутдусова Э.Р., Мукимов Ш.И., Давлатова Н.Н. [Электронный ресурс] // https://cyberleninka.ru/article/n/progressivnye-tendentsii-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-v-oblasti-informatsionnoy-bezopasnosti: [сайт]. URL: (дата обращения: 20.02.2025).
3. Доможиров А. Анализ и прогнозирование уязвимостей с помощью искусственного интеллекта и больших языковых моделей / Доможиров А. [Электронный ресурс] // https://www.secuteck.ru/articles/analiz-i-prognozirovanie-uyazvimostej-s-pomoshchyu-iskusstvennogo-intellekta-i-bolshih-yazykovyh-modelej: [сайт]. URL: (дата обращения: 20.02.2025).
4. АО «Лаборатория Касперского» Искусственный интеллект и машинное обучение в кибербезопасности – прогноз на будущее / АО «Лаборатория Касперского» [Электронный ресурс] // https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/ai-cybersecurity: [сайт]. URL: (дата обращения: 20.02.2025).

УДК 004.89

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КЛАССИФИКАЦИИ НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ТЕКСТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИЗАЦИИ ЗАПРОСОВ В СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ИТ-СИСТЕМ

Кондаков В.С., Кузнецова А. В.
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия
kondakov_vyacheslavs@mail.ru, alvitkuz@yandex.ru

Аннотация. В этой статье представлена разработка модели для автоматической категоризации заявок в IT-поддержке с использованием латентного размещения Дирихле (LDA) и агломеративной кластеризации. Модель была применена к набору данных из 2229 заявок, разделённых на обучающую и тестовую выборки. Методы включали предобработку текста, тематическое моделирование с LDA и кластеризацию с использованием связи «ward». Оценка качества проводилась с помощью метрик когерентности (c_v) и силуэтного коэффициента. Модель достигла значения когерентности 0.6019 при 5 темах и силуэтного коэффициента 0.7499 при 5 кластерах, что свидетельствует о высокой интерпретируемости и качестве кластеризации. Результаты подтверждают применимость подхода для автоматизации обработки заявок.

Ключевые слова: тематическое моделирование, LDA, агломеративная кластеризация, техническая поддержка, автоматизация

DEVELOPMENT OF A CLASSIFICATION MODEL FOR UNSTRUCTURED TEXTS FOR AUTOMATIC CATEGORIZATION OF REQUESTS IN IT SUPPORT SERVICES

Kondakov V.S., Kuznetsova A. V.
Platov South Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia
kondakov_vyacheslavs@mail.ru, alvitkuz@yandex.ru

Abstract. This article presents the development of a model for the automatic categorization of IT support tickets using Latent Dirichlet Allocation (LDA) and agglomerative clustering. The model was applied to a dataset of 2229 tickets, split into training and test sets. Methods included text preprocessing, topic modeling with LDA, and clustering using the "ward" linkage. Quality evaluation was performed using coherence (c_v) and silhouette score metrics. The model achieved a coherence score of 0.6019 with 5 topics and a silhouette score of 0.7499 with 5 clusters, indicating high interpretability and clustering quality. The findings support the applicability of the approach for automating ticket processing.

Keywords: topic modeling, LDA, agglomerative clustering, technical support, automation.

С ростом объема неструктурированных текстовых данных в ИТ-системах службы технической поддержки сталкиваются с проблемой эффективной обработки запросов пользователей. Ручная категоризация запросов, таких как «ошибка ПО» или «запрос доступа», требует значительных временных и человеческих ресурсов, что замедляет процессы и увеличивает нагрузку на персонал. Технологии искусственного интеллекта (ИИ), в частности обработка естественного языка (NLP), предлагают решения для автоматизации этих задач. Например, исследования показывают, что тематическое моделирование может эффективно выявлять скрытые темы в тикетах [1]. LDA [2] остается одним из наиболее популярных методов для неконтролируемого анализа текстов, позволяя выделять темы без предварительной разметки данных. Для кластеризации текстов часто применяются иерархические методы, такие как агломеративная кластеризация с метрикой «ward» [3], которые обеспечивают высокое качество разделения данных.

Для выделения тем была выбрана модель LDA [2], так как она хорошо зарекомендовала себя в задачах анализа текстов без разметки. LDA предполагает, что каждый документ (в данном случае тикет) представляет собой смесь тем, а каждая тема – распределение слов.

LDA представляет каждый документ как вероятностное распределение тем, а темы – как распределение слов:

$$P(w|d) = \sum_{k=1}^{K} P(w|z_k)P(z_k|d) \quad (1)$$

где – слово, – документ, – тема, – вероятность слова в теме, – вероятность темы в документе.

Этот подход позволяет выявить скрытые категории запросов, такие как «технические сбои» или «запросы доступа», без необходимости ручной разметки. Для векторизации текстов использовался CountVectorizer из библиотеки scikit-learn с параметром max_features=500, чтобы ограничить словарь 500 наиболее частыми словами и уменьшить вычислительную сложность.

Чтобы определить оптимальное число тем, был проведен перебор значений от 2 до 10. Для каждого числа тем обучалась LDA модель с помощью библиотеки gensim, используя параметры passes=3 (число проходов по корпусу) и workers=1 (отключение многопроцессорности для оптимизации производительности на ограниченных ресурсах). Качество тем оценивалось с использованием метрики когерентности c_v [4], которая измеряет семантическую связность слов внутри темы и коррелирует с человеческой интерпретацией тем [4].

После выделения тем тикеты были представлены в пространстве тематических вероятностей (результат работы LDA). Для группировки тикетов по темам использовалась агломеративная кластеризация с метрикой «ward» [3], реализованная в библиотеке scikit-learn. Оптимальное число кластеров определялось путем перебора значений от 2 до 5 с использованием силуэтного коэффициента [5], который измеряет, насколько объекты внутри одного кластера похожи друг на друга и отличаются от объектов в других кластерах.

Структура модели:

1. Векторизация текстов: входные данные представляются в виде матрицы терминов, используя метод bag-of-words (BoW) или TF-IDF.

2. Latent Dirichlet Allocation (LDA)

3. Оптимизация гиперпараметров: подбор количества тем производится с использованием метрик когерентности, таких как c_v.

4. Агломеративная кластеризация: полученные распределения тем используются для группировки тикетов в кластеры. Метод "ward" минимизирует сумму квадратов расстояний внутри кластеров.

Проведенное исследование продемонстрировало эффективность применения тематического моделирования (LDA) и агломеративной кластеризации для анализа 2229 тикетов технической поддержки. Оптимальное число тем, определенное на основе метрики когерентности (c_v), составило 5 с максимальным значением 0.6019, что свидетельствует о высокой интерпретируемости тем. Кластеризация с 5 кластерами обеспечила четкое разделение данных, подтвержденное силуэтным коэффициентом 0.7499, что указывает на высокое качество кластерной структуры. Полученные кластеры отражают ключевые категории запросов (общие проблемы, создание учетных записей, технические сбои, доступ к файлам, управление системами), а согласованность распределения тем по кластерам подчеркивает надежность модели.

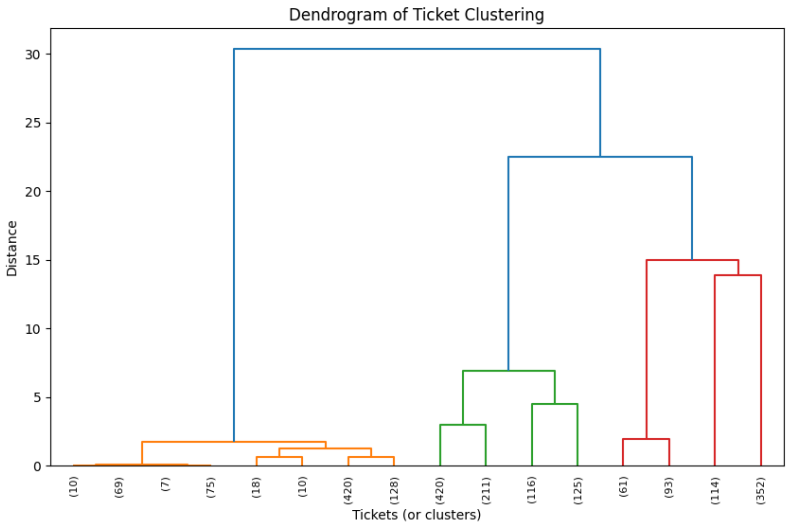


Рис. 1. Дендограмма распределения кластеров

Для более глубокого анализа результатов были построены дополнительные визуализации. Дендограмма (рис. 1) иллюстрирует иерархическую структуру кластеризации, а распределение тем по кластерам (рис. 2) показывает, как темы, выделенные с помощью LDA, распределяются внутри каждого кластера. Выполнение метода кластеризации по запросу «computer problem» изображено на рисунке 3.

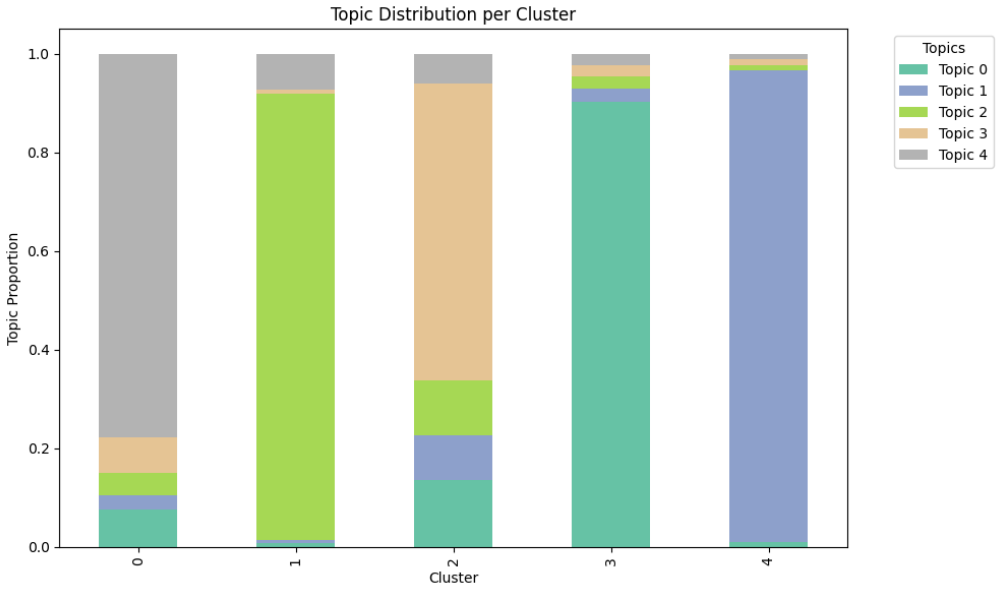


Рис. 2. Распределение тем по кластерам

```
Enter the ticket text: computer pronlem
Predicted Cluster: 2
```

Рис. 3 Определение кластера запроса (тикета) в поддержку

Источники

1. Salton, G., & McGill, M. (2020). Introduction to Modern Information Retrieval. *Journal of Data Science*, 18(4), 123-130.

2. Zhang, Y., & Wallace, B. (2019). A sensitivity analysis of SVM for text classification. *arXiv*, 1901.04567.

3. Devlin, J., et al. (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers. *arXiv*, 1810.04805.

4. Kim, H., & Lee, S. (2022). NLP applications in IT support. *IEEE Transactions on AI*, 5(3), 89-95.

5. NLTK Documentation [Электронный ресурс]. URL: https://www.nltk.org (дата обращения: 24.03.2025).

УДК 004.93

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ РАСПОЗНАВАНИЯ БИНАРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Копылов Федор Юрьевич, Катасёва Дина Владимировна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
f_kopylov2@mail.ru, 415pisarevadv@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача разработки нейросетевой сверточной модели для распознавания бинарных изображений, являющихся основной для многих приложений. Для формирования обучающей выборки использован набор из 500 цветных изображений чеснока, переведенных в черно-белый формат в процессе бинаризации. Исходные данные случайным образом были разделены на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80% и 20% соответственно. Разработка модели проводилась на языке Python. В качестве основы для нейросетевой модели распознавания бинарных изображений использована архитектура сети LeNet-5. После прохождения 20 эпох обучения точность нейросетевой модели составила 99,7%. Значение функции потерь составило 0,6%. Средняя точность распознавания на тестовой выборке составила 96%.

Ключевые слова: нейронная сеть, нейросетевое моделирование, сверточная нейронная сеть, LeNet-5, бинарные изображения, распознавание.

NEURAL NETWORK MODEL FOR BINARY IMAGE RECOGNITION

Kopylov Fedor Yurievich, Kataseva Dina Vladimirovna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
f_kopylov2@mail.ru, 415pisarevadv@mail.ru

Abstract. The article considers the problem of developing a neural network convolutional model for recognizing binary images, which are the main ones for many applications. A set of 500 color images of garlic converted to black and white format during binarization was used to form the training sample. The original data were randomly divided into training and test samples in a ratio of 80% and 20%, respectively. The model was developed in Python. The LeNet-5 network architecture was used as a basis for the neural network model for recognizing binary images. After 20 training epochs, the accuracy of the neural network model was 99.7%. The loss function value was 0.6%. The average recognition accuracy on the test sample was 96%.

Keywords: neural neural network, neural network modeling, convolutional neural network, LeNet-5, binary images, recognition.

В настоящее время перспективными направлениями в области анализа данных и моделирования является применение методов искусственного интеллекта [1-3] в решении прикладных задач. Чаще всего в качестве таких методов исследователи выбирают нейронные сети [4-6], нечеткие нейронные сети [7-9], сверточные нейронные сети [10-13], а также методы, основанные на нечеткой логике [14-18]. В частности, нейросетевые методы применяются для распознавания бинарных изображений, являющихся основой для многих приложений [19-21], включая системы безопасности, автоматизированное чтение документов и анализ медицинских изображений. Анализ бинарных изображений, состоящих из двух цветов (обычно черного и белого), требует разработки специализированных нейросетевых подходов для эффективного извлечения необходимых характеристик из ограниченного набора данных.

Распознавание изображений включает в себя следующие этапы [22]:

- обработка: улучшение качества (яркость, контрастность), выделение особенностей (края, текстуры), преобразование (масштабирование, поворот);
- извлечение признаков для различения разных объектов или классов;
- построение архитектуры нейронной сети;
- распознавание объектов.

Для формирования обучающей выборки использовался набор из 500 цветных изображений чеснока, переведенных в черно-белый формат в процессе бинаризации. Исходные данные были разделены на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80% и 20% соответственно.

Пример исходного и бинарного изображений представлен на рисунке 1.

Рис. 1. Исходные и бинарные изображения для распознавания

Разработка модели проводилась на языке Python. Модель Sequential в Keras позволила добавлять слои последовательно. Такая модель подходит для простого стека слоев, где каждый слой имеет ровно один входной и один выходной тензор.

В качестве основы для нейросетевой модели распознавания бинарных изображений использована архитектура сети LeNet-5 [23]. Данная сверточная нейронная сеть состоит из следующих слоев:

1) входной слой (получает на вход бинарные изображения размера 32x32 пикселя, но в зависимости от задачи размер может быть изменен);

2) первый сверточный слой C1 (выполняет операцию свертки с 6 фильтрами размером 5x5, результат свертки подвергается активации при помощи функции активации Sigmoid);

3) первый слой подвыборки S2 (уменьшает размерность данных и извлекает наиболее важные признаки);

4) второй сверточный слой C3 (выполняет свертку и активацию, но уже с количеством фильтров 16 и на более низком уровне размерности);

5) второй слой подвыборки S4 (выполняет подвыборку для уменьшения размерности данных);

6) полносвязный слой C5 (данные подаются на полносвязанный слой с 120 нейронами, в котором используется активационная функция Sigmoid);

7) выходной слой (слой с 84 выходными нейронами, соответствующими числу распознаваемых классов изображений).

Для применения данной архитектуры выходной слой был заменен слоем детекции, способным определять значения параметров объектов на изображении, такие как координаты (x, y) центров объектов и их размеры (ширина и высота). Выходом слоя распознавания является ответ, есть ли на изображении искомый объект. Сверточные слои были сохранены, так как они хорошо подходят для извлечения признаков с изображений. Однако, потребовалось увеличить глубину и размер фильтров, чтобы повысить способность сети к извлечению более сложных признаков объектов. Слои пулинга и активационных функций были оставлены без изменений. Также был добавлен еще один полносвязный слой для увеличения глубины сети, что позволило улучшить ее способность извлекать абстрактные признаки и обобщать данные. В качестве функции активации была использована сигмоида.

Архитектура построенной нейросетевой модели для распознавания бинарных изображений представлена на рисунке 2.

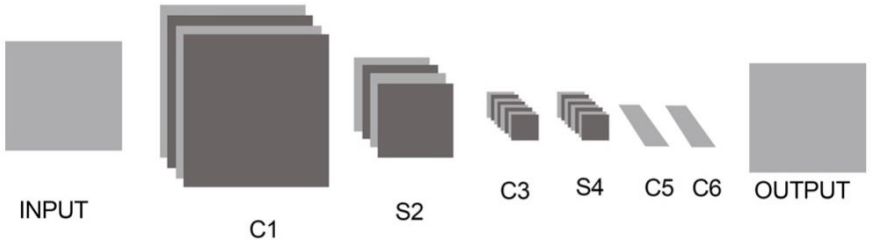


Рис. 2. Архитектура нейросетевой модели для распознавания бинарных изображений

После прохождения 20 эпох обучения точность модели составила 99,7%. Значение функции потерь составило 0,6%. Средняя точность распознавания на тестовой выборке составила 96%, что является высоким показателем для задачи распознавания бинарных изображений [24].

Таким образом, исходя из результатов тестирования нейросетевой модели, можно утверждать, что построенная модель успешно справляется с решением поставленной задачи, связанной с определением наличия чеснока на изображениях. Это указывает на то, что модель достаточно хорошо обучена и может эффективно использоваться для распознавания бинарных изображений, обладая высокой точностью и низким уровнем потерь на тестовых данных.

Источники

1. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Гайсин И.Т. Перспективы развития искусственного интеллекта в условиях развития цифровой экономики // Наука Красноярья. 2023. Т. 12. № 1-3. С. 42-46.
2. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Кирпичников А.П. Распознавание рукописных символов на базе искусственной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18. № 11. С. 173-176.
3. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Искусственный интеллект в камерах смартфонов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 1 (15). С. 82-84.
4. Svetunkov S.G. Polynomial networks instead of neural networks // Technoeconomics. 2024. Vol. 3. No. 3 (10). P. 57-71.
5. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.
6. Воробьёва Ю.Н., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нейросетевая модель выявления DDoS-атак // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 94-98.
7. Катасёва Д.В., Баринов А.И. Нейронечеткая модель определения фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 69-72.
8. Катасёва Д.В., Лосева Д.Д. Нейронечеткая модель оценки вредоносности сетевого трафика в Android-приложениях // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 77-80.
9. Катасёв А.С. Нейронечеткая модель формирования правил классификации, как эффективный аппроксиматор объектов с дискретным выходом // Кибернетика и программирование. 2018. № 6. С. 110-122.
10. Khusnutdinov L.R. Analysis of a hybrid quantum-classical convolutional neural network // Научный аспект. 2023. Т. 19. № 5. С. 2446-2454.

11. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Кунафина Л.Н. Сверточная нейросетевая модель сортировки бытовых отходов // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 101-105.

12. Пырнова О.А., Кузнецов М.Г., Никоноров Д.П. Использование сверточной нейронной сети для выявления заболеваний растений // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 369-372.

13. Нургалиев Б.Х., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания изображений типа Captcha // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 104-107.

14. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нечёткая экспертная система диагностики маслонаполненных силовых трансформаторов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 148-154.

15. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.

16. Satam I.A. Fuzzy-based smart system for controlling road lights // Military Technical Courier. 2022. Vol. 70. No. 2. P. 297-313.

17. Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Система поддержки принятия решений по распределению заданий по ведению реестра операторов персональных данных на основе нечетко-продукционной модели // Кибернетика и программирование. 2016. № 6. С. 96-114.

18. Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нечетко-продукционная модель и программный комплекс распределения заданий в системах электронного документооборота // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2016. № 3 (31). С. 27-47.

19. Голубков А.М. Бинарная классификация изображений на примере задачи распознавания лиц // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2018. № 7. С. 26-30.

20. Abbasov I.B. Image recognition in agriculture and landscape protection // International Journal of Science and Research. 2020. Vol. 9. No. 12. P. 757-763.

21. Alieva D.G. Pattern and image recognition with neural networks // Молодой ученый. 2023. № 43 (490). С. 4-6.

22. Тохирова С.Г. Этапы распознавания и воспроизведения изображений // Universum: технические науки. 2023. № 11-1 (116). С. 50-52.

23. Hou Y., Chen Zh.B. LeNet-5 improvement based on FPGA acceleration // The Journal of Engineering. 2020. Vol. 2020. № 13. P. 526-528.

24. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

УДК. 004.89

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА КАТЕГОРИАЛЬНОГО БУСТИНГА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ

Копысова Евгения Викторовна, Шлеймович Михаил Петрович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
eukopysova@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема низкой точности оценки качества информационных моделей зданий, основанной на экспертном анализе результатов автоматических тестов в специализированном программном обеспечении. Представлен метод оценки качества информационных моделей зданий с использованием алгоритма градиентного бустинга. Результаты эксперимента демонстрируют потенциал использования машинного обучения для повышения объективности оценки качества информационных моделей.

Ключевые слова: BIM, информационная модель, машинное обучение, регрессия, бустинг, CatBoost, оценка качества.

APPLICATION OF THE CATEGORICAL BOOSTING ALGORITHM FOR AUTOMATED QUALITY ASSESSMENT OF BUILDING INFORMATION MODELS

Kopysova Evgeniya Viktorovna, Shleymovich Mikhail Petrovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
eukopysova@yandex.ru

Abstract. The article discusses the issue of low accuracy in evaluating the quality of building information models based on expert review of the results of automated testing in specialized software. A method for evaluating the quality of building information models using the gradient boosting algorithm is proposed. The experimental findings demonstrate the potential of utilizing machine learning to enhance the objectivity of assessing the quality of information models.

Keywords: BIM, information model, machine learning, regression, boosting, CatBoost, quality assessment.

Современные строительные проекты становятся все более сложными, что требует применения технологий автоматизации для управления данными и контроля качества. Одной из таких технологий является Building Information Modeling (BIM) – цифровая модель, которая позволяет проектировать, строить

и управлять объектами на протяжении их жизненного цикла [**Ошибка! Источник ссылки не найден.-Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. В связи с ростом объема и сложности различных типов данных возникает необходимость привлечения новых методов оценки качества информационных моделей и автоматизации данного процесса. В этом контексте машинное обучение (ML) и искусственный интеллект (AI) играют ключевую роль, так как они обеспечивают возможность обработки и анализа больших объемов информации с высокой точностью [**Ошибка! Источник ссылки не найден.-Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

В настоящее время оценка соответствия информационных моделей зданий техническому заданию осуществляется на основе экспертного анализа результатов автоматических тестов по определенному набору критериев. Однако из-за участия эксперта процесс оценки требует относительно большой временной ресурс и носит субъективный характер.

Постановка задачи.

Регрессия в машинном обучении – это задача предсказания непрерывной целевой переменной y на основе множества входных признаков X. В нашем случае, множество входных признаков – замечания к объекту различных типов, целевые переменные в задаче регрессии – итоговые экспертные оценки на основании всех обнаруженных ошибок [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Дана обучающая выборка, состоящая из n объектов:

$$D = \{(x_i, y_i)\}_{i=1}^{n}, \quad (1)$$

где $x_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{i1m}]$ – вектор признаков для i-го объекта, m – количество признаков; $y_i \in R$ – целевая переменная для i-го объекта (в данном случае, процент готовности модели здания); n – количество объектов в выборке.

Цель – на основе обучающей выборки D (1) построить функцию $f(x)$, которая будет предсказывать целевую переменную $\hat{y}$:

$$\hat{y} = f(x), \quad (2)$$

где $\hat{y}$ – предсказанное значение целевой переменной; x – вектор признаков для объекта.

Задача обучения сводится к нахождению такой функции f(x), чтобы минимизировать заданную функцию потерь:

$$L\big(y_i, f(x_i)\big). \quad (3)$$

В данном случае, задача минимизации функции потерь (3) выглядит следующим образом:

$$\underset{m}{in}\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - f(x_i)\right)^2. \quad (4)$$

Для нахождения функции f(x) (2) будем использовать алгоритм машинного обучения CatBoost, который строит модель в виде ансамбля деревьев решений.

Применение алгоритма «CatBoost» для предсказания оценки качества BIM-модели.

CatBoost (Categorical Boosting) – это алгоритм градиентного бустинга, разработанный компанией Яндекс для работы с категориальными данными, который может быть эффективно применен для задачи предсказания оценки качества BIM-модели [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

CatBoost эффективно обрабатывает категориальные данные без необходимости предварительной ручной кодировки, а также решает проблему переобучения, которая часто возникает при работе с градиентным бустингом, за счет использования специальных алгоритмов построения деревьев и метода предсказаний, которые уменьшают смещения на этапах построения модели [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

CatBoost может использоваться для классификации и ранжирования замечаний, полученных из Solibri или других ПО, по их важности. Это позволит автоматически определять, какие замечания имеют наибольшее влияние на ожидаемый процент готовности проекта. Таким образом, система на основе алгоритма сможет предсказывать процент готовности на основе типов замечаний, их количества, критичности и других характеристик проекта [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Постановка эксперимента.

Для подготовки набора данных для обучения экспериментальной модели необходимо определить источники данных. Датасет должен содержать замечания, собранные из отчетов программного обеспечения для проверки BIM-моделей. Датасет для обучения модели в данной работе будет содержать замечания из отчетов, созданных при помощи Solibri Model Checker [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Каждый рассматриваемый проект необходимо связать с общей экспертной оценкой специалиста, которая станет целевой переменной в обучении модели для решения задачи регрессии.

Ошибки необходимо классифицировать, чтобы система понимала вес каждой категории для итогового процента качества. В данной случае будем рассматривать следующие категории ошибок: «Пересечение АР vs КР», «Пересечение КР vs ИОС» и т.д. Пересечения такого вида могут оказать серьезное влияние на финальную оценку качества рассматриваемого проекта и иметь наиболее высокую степень критичности ошибки [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Рассмотрим все признаки, определим, какие из них являются категориальными:

error_category (object): категориальный признак, содержит категории ошибок (АР, КР);

error_name (object): описание (название) конкретной ошибки, отнесем к категориальным признакам, так как имеет небольшое количество уникальных значений;

project_name (object): категориальный признак (имя проекта);

criticality (int64): числовой, но дискретный признак, будем рассматривать его как категориальный, так как признак имеет уникальные значения (1, 2, 3).

CatBoost поддерживает обработку категориальных признаков «на лету» [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], будет достаточно указать их через параметр cat_features, пример программного кода представим на рис. 1.

```
# Определение категориальных данных
categorical_features = ["error_category", "error_name", "project_name", "criticality"]
```

Рис. 1. Определение категориальных данных

Таким образом, набор данных для задачи создания и обучения модели МО был собран, обработан и приведен в подходящий для работы формат.

Создадим объект модели с предустановленными параметрами, который готов к обучению, используя CatBoostRegressor. Зададим параметры модели, такие как вывод подробной информации о процессе обучения, категориальные данные и установим фиксированный случайный seed для воспроизводимости результатов [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Обучим модель на обучающих данных посредством метода fit и выполним предсказания. Результаты предсказания оценки качества информационной модели строительного объекта и сравнение с фактической величиной представлены на рис. 2.

	project_name	actual_score	predicted_score
0	PK1_H1.1_BS1	54.06	54.060495

Рис. 2. Результаты предсказаний

Оценим качество модели с помощью метрик (MAE, MSE): Mean Absolute Error (MAE): 0.0061, Mean Squared Error (MSE): 9.8e-05. Уровень ошибки низок, что говорит о том, что модель предсказывает значения практически идеально.

В качестве дополнительной меры выполним анализ переобучения модели, исследуем метрики точности предсказаний на тестовом и обучающем наборе данных, чтобы исключить «прямое заучивание» данных моделью.

```
=== Обучающий набор ===
MAE (Train): 0.002091251336453836
MSE (Train): 7.70838935039927e-05
R2 (Train): 0.9999957317002752

=== Тестовый набор ===
MAE (Test): 0.002584011715450199
MSE (Test): 0.00011365691517598413
R2 (Test): 0.9999941857889542
```

Рис. 3. Результаты анализа переобучения

На рис. 3 видим, что метрика MAE выше на тестовом наборе данных, значит переобучение не выявлено, модель хорошо обобщает данные.

Гистограмма ошибок на обучающем и тестовом наборах (рис. 4) помогает увидеть, где модель ошибается больше. Плотное распределение ошибок вокруг 0 свидетельствует о хорошей работе модели.

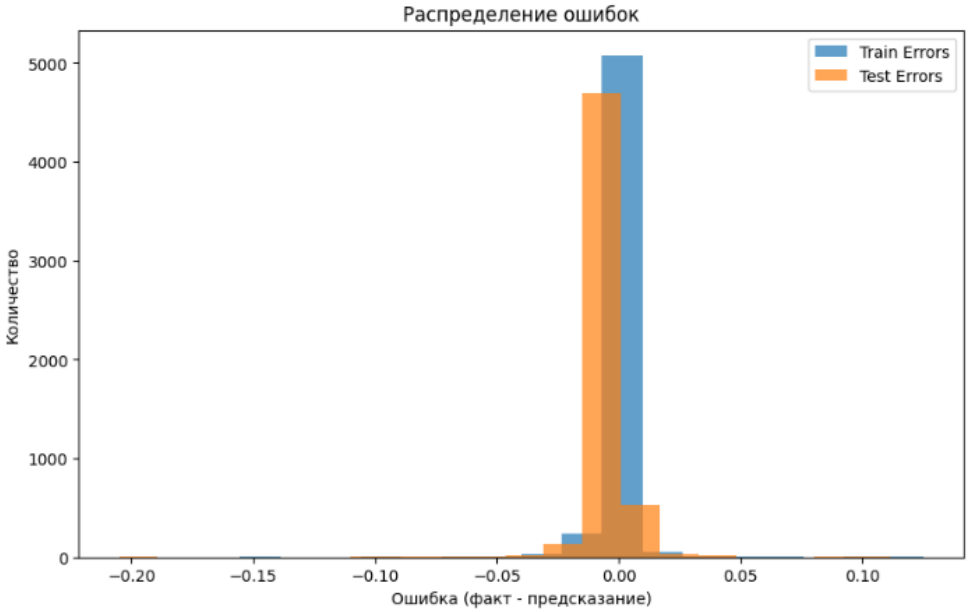


Рис. 4. Гистограмма ошибок

В данной статье представлен эксперимент применения алгоритма машинного обучения «CatBoost» для оценки качества информационных моделей. Выполненный эксперимент демонстрирует потенциал применения

метода для повышения оперативности оценки, а также минимизации влияния субъективного экспертного мнения.

Источники

1. Borrmann A. Building information modeling: Why? what? how? Springer International Publishing. 2018. С. 1–24.

2. Noardo F., Arroyo Ohori K., Krijnen T., Ledoux H., Stoter J. An inspection of IFC models from practice // Applied Sciences. 2021. Т. 11. № 5. С. 2232. DOI: https://doi.org/10.3390/app11052232.

3. Heidari A., Peyvastehgar Y., Amanzadegan M. A systematic review of the BIM in construction: From smart building management to interoperability of BIM & AI // Architectural Science Review. 2024. Т. 67. № 3. С. 237–254. DOI: https://doi.org/10.1080/00038628.2023.2243247.

4. Valinejadshoubi M. The development of an automated system for a quality evaluation of engineering BIM models: A case study // Applied Sciences. 2024. Т. 14. № 8. С. 3244. DOI: https://doi.org/10.3390/app14083244.

5. Шитиков В.К., Мастицкий С.Э. Классификация, регрессия и другие алгоритмы Data Mining с использованием R. 2017. 351 с.

6. Hancock J.T., Khoshgoftaar T.M. CatBoost for big data: an interdisciplinary review // Journal of big data. 2020. Т. 7. № 1. С. 94. DOI: https://doi.org/10.1186/s40537-020-00369-8.

7. Zhou F. Fire prediction based on catboost algorithm // Mathematical Problems in Engineering. 2021. Т. 2021. № 1. С. 1929137. DOI: https://doi.org/10.1155/2021/1929137.

8. Solihin W., Eastman C. Classification of rules for automated BIM rule checking development // Automation in construction. 2015. Т. 53. С. 69–82. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.003.

9. Solibri: The core product for model checking and collaboration [Электронный ресурс]. https://www.solibri.com/solibri-office (дата обращения: 15.03.2025).

10. Мишин М. Машинное обучение для BIM: оптимизация процессов и повышение эффективности [Электронный ресурс]. https://vc.ru/u/240856-maksim-mishin/652801-mashinnoe-obuchenie-dlya-bim-optimizaciya-processov-i-povyshenie-effektivnosti (дата обращения: 15.03.2025).

11. Huang G., Wu L., Ma X., Zhang W., Fan J., Yu X., Zeng W. Evaluation of CatBoost method for prediction of reference evapotranspiration in humid regions // Journal of Hydrology. 2019. Т. 574. С. 1029–1041. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.04.085.

12. Кугаевских А.В., Муромцев Д.И., Кирсанова О.В. Классические методы машинного обучения. СПб: Университет ИТМО, 2022. 53 с.

УДК 004.853

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КОММЕРЧЕСКИХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

Коренев Д. А.
СибГУ имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия
daniilkorenev23@gmail.com

Аннотация. Статья освещает значимые достижения в области применения искусственного интеллекта (ИИ) в беспилотной авиации, особо акцентируя внимание на его роли в автономном управлении и обнаружении объектов. В статье описывается, инновационная система ИИ под названием Swift, которая способна управлять дроном без необходимости участия человека и коммерческое применение беспилотных летательных аппаратов в России.

Ключевые слова: искусственный интеллект, технологии, прогресс, беспилотный летательный аппарат, беспилотная авиационная система, Swift.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN COMMERCIAL UNMANNED AERIAL VEHICLES

Korenev D. A.
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russian Federation
daniilkorenev23@gmail.com

Abstract. The article highlights significant advances in the application of artificial intelligence (AI) in unmanned aviation, with a particular focus on its role in autonomous control and object detection. The article describes an innovative AI system called Swift, which is capable of controlling a drone without the need for human intervention, and the commercial application of drones in Russia.

Keywords: artificial intelligence, technology, progress, unmanned aerial vehicle, unmanned aircraft system, Swift.

В современном мире наблюдается значительный прогресс в области искусственного интеллекта (ИИ). Технологии ИИ внедряются практически повсеместно – от обычного смартфона до высокотехнологичного оборудования, такого как беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Этот значимый прогресс открывает новые горизонты в авиации, где автономные системы, могут принимать сложные решения в режиме реального времени, оперативно реагировать на изменяющиеся условия и выполнять задачи, которые ранее требовали присутствия человека на борту.

Автономное управление является одной из важных составляющих, обеспечивающих работу беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) без участия человека. Для реализации автономного управления применяются различные технологии искусственного интеллекта (ИИ), которые позволяют аппаратам самостоятельно принимать решения на основе доступных данных и условий окружающей среды. Комплексные системы датчиков, установленные на

беспилотных летательных аппаратах (БПЛА), имеют ключевое значение для успешной автономной навигации. Обычно эти аппараты оснащены камерами, LiDAR (лазерный локатор), радарами и другими сенсорами, которые, работая в реальном времени, собирают данные об окружающей среде, обеспечивая подробное представление о пространстве. Обработка полученной информации происходит с помощью систем компьютерного зрения, основанных на искусственном интеллекте. Благодаря этому дроны могут точно распознавать объекты, различать препятствия и оценивать расстояния. Полученные данные используются для принятия решений в режиме реального времени. Следует отметить, что наличие искусственного интеллекта в автономных дронах открывает возможность обучения машине. Системы машинного обучения позволяют дронам приспосабливаться к новым ситуациям и постепенно совершенствовать свои навигационные способности [1].

Ученые из Цюрихского университета представили новаторскую систему искусственного интеллекта под названием Swift, способную самостоятельно управлять дроном без участия человека. В ходе экспериментов, организованных разработчиками в контролируемой среде, Swift продемонстрировала впечатляющие результаты, превзойдя даже опытных пилотов. В отличие от предыдущих моделей, управляемых ИИ, Swift в реальном времени реагирует на информацию, полученную от камеры, установленной на борту. Ранее разработчики зависели от внешних систем отслеживания положения для точного управления траекторией [2].

По оценкам Drone Industry Insight, объём мирового рынка беспилотных авиационных систем (БАС) для коммерческого применения будет расти в среднем на 9,4% в год – с $26,3 млрд в 2021 году до $41,3 млрд в 2026 году. Агентство Grand View Research прогнозирует, что объём всех сегментов глобального рынка дронов достигнет $84 млрд к 2025 году, в то время как Huawei ожидает роста до $200 млрд к 2027 году [3]. Согласно исследованию Huawei, на российский рынок приходится 4% мирового объёма.

Объем производства дронов в России по итогам 2022 года достиг отметки в 14 миллиардов рублей – цифра, отражающая значительный рост этой отрасли. По прогнозу экспертов, этот показатель будет увеличиваться ежегодно на 20–25% благодаря спросу на инновационные решения в сфере авиации и технологий. Важную роль в развитии рынка играют коммерческие беспилотные авиационные системы (БАС), количество которых выросло на 20% в прошлом году, согласно данным ассоциации «Аэронекст».

Заместитель генерального директора по развитию бизнеса холдинга Т1 Алексей Волынкин также отметил потенциал рынка коммерческих беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В 2023 году этот сегмент оценивается в 4-5 миллиардов рублей, что подчеркивает его значимость и дальнейшие перспективы развития. Коммерческое использование дронов

активно распространяется в различных отраслях, включая мониторинг инфраструктуры, сельское хозяйство, картографию и доставку товаров. Такой рост свидетельствует о востребованности технологий БПЛА среди российских компаний и организаций.

Рис. 1. Прогноз ранка БАС в России, по данным
Национальной технологической инициативы и ассоциации «Аэронекст»

Текущие тенденции указывают на дальнейшее расширение возможностей для внедрения дронов в повседневную жизнь и бизнес-процессы. Благодаря этому, Россия укрепляет свои позиции в области высоких технологий и становится одним из лидеров по производству и использованию беспилотников в мире.

Согласно отчёту ассоциации «Аэронекст», в коммерческом секторе наибольший объём работ с использованием беспилотных авиационных систем (БАС) приходится на нефтегазовую отрасль, энергетику, агрокомплекс и капитальное строительство. Беспилотники чаще всего применяются для мониторинга нефте- и газопроводов, а также электросетей (40%), опрыскивания сельскохозяйственных культур (20%) и проведения световых шоу (12%). По данным отчёта, самым быстрорастущим сегментом использования БАС является сельское хозяйство, с темпами роста выше 25% в год. Согласно оценкам компании «Флай Дрон», сельскохозяйственные миссии могут занять более 40% всего рынка беспилотников. Основатель и генеральный директор

«Флай Дрон» Никита Данилов считает, что это направление будет стимулироваться в том числе благодаря государственным послаблениям в регулировании полетов агродронов.

В заключение хочется сказать, что современный прогресс в области искусственного интеллекта (ИИ) и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) представляет значительный шаг вперёд в авиационных технологиях. В России наблюдается положительная динамика в производстве и использовании БПЛА, чему способствуют государственные инициативы и изменения в регулировании. Внедрение ИИ в БПЛА открывает новые возможности, делая их важным инструментом для различных отраслей и способствуя их развитию и инновациям.

Источники

1. Комплексные системы датчиков [Электронный ресурс] URL: https://dzen.ru/a/ZW_CpJiU63hAChAB (дата обращения: 31.03.2025).

2. Swift [Электронный ресурс] URL: https://overclockers.ru/blog/New_Intel_Raptor_ES/show/106802/iskusstvennyj-intellekt-pobedil-chempionov-mira-po-gonkam-na-dronah (дата обращения: 31.03.2025).

3. Агентство Grand View Research [Электронный ресурс] URL: https://www.rbc.ru/industries/news/651fc16d9a79476386445662 (дата обращения: 31.03.2025)

УДК 004.08

ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Кошелев Алексей Николаевич, Денисенко Вера Константиновна, Жамейко Никита Романович
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
koselev.alex@yandex.ru, denisenkovk@mpei.ru

Аннотация. В статье рассматривается роль машинного обучения в оптимизации современных бизнес-процессов. Рассматривается, как машинное обучение помогает компаниям автоматизировать задачи, принимать более точные решения и прогнозировать рыночные тенденции. Отдельное внимание уделяется практическому применению машинного обучения в обработке документов с помощью систем оптического распознавания символов, таких как ABBYY FineReader и Tesseract OCR, а также в предсказание выручки на основе исторических данных.

Ключевые слова: машинное обучение, оптимизация бизнес-процессов, систем оптического распознавания символов, прогнозирование.

OPTIMIZING BUSINESS PROCESSES USING MACHINE LEARNING

Koshelev Alexey Nikolaevich, Denisenko Vera Konstantinovna, Zhameyko Nikita Romanovich
MPEI, Moscow, Russia
koselev.alex@yandex.ru, denisenkovk@mpei.ru

Abstract. The article examines the role of machine learning in optimizing modern business processes. It examines how MI helps companies automate tasks, make more accurate decisions, and predict market trends. Special attention is paid to the practical application of machine learning in document processing using optical character recognition systems such as ABBYY FineReader and Tesseract optical character recognition, as well as in revenue prediction based on historical data.

Keywords: machine learning, business process optimization, optical character recognition, forecasting.

В современном мире бизнес-процессы становятся всё более сложными. Чтобы оставаться на плаву и быть конкурентоспособными, компаниям необходимо постоянно улучшать свои операции. Машинное обучение (МО) предлагает мощные инструменты для оптимизации этих процессов, позволяя автоматизировать рутинные задачи, принимать более обоснованные решения и прогнозировать будущие тенденции [1].

Машинное обучение позволяет автоматизировать задачи, которые обычно требуют участия человека:

- обработка документов;
- классификация данных;
- распознавание образов.

Системы оптического распознавания символов (OCR) способны автоматически извлекать информацию из документов, что существенно ускоряет процесс их обработки [2]. На рынке существует несколько крупных решений OCR-программ:

- ABBYY FineReader;
- Tesseract OCR;
- Yandex Vision.

Одной из ключевых функций машинного обучения является способность к прогнозированию с использованием моделей, которые анализируют входные данные и делают обоснованные выводы. Примером такой модели является ARIMA. Эта возможность особенно важна для планирования производства, управления запасами и прогнозирования спроса [3].

Например, сотруднику компании поручено разработать программу для прогнозирования выручки на следующий месяц, используя исторические данные. Ниже приведён пример части кода на языке программирования Python, который выполняет прогноз на основе исторических данных и отображает результат в виде графика на рис. 1.

```
try:
    # Считываем данные из CSV-файла
    data = pd.read_csv('viruchka.csv')
    # Проверяем наличие необходимых столбцов
    if 'Month' not in data.columns or 'Revenue' not in data.columns:
        raise ValueError("CSV-файл должен содержать столбцы 'Month' и 'Revenue'!")
    # Разделяем данные на признаки (X) и целевую переменную (y)
    X = data[['Month']]
    y = data['Revenue']
    # Создаем и обучаем модель линейной регрессии
    model = LinearRegression()
    model.fit(X, y)
    # Находим последний месяц в данных
    last_month = data['Month'].max()
    # Делаем прогноз на следующий месяц
    next_month = last_month + 1
    prediction = model.predict([[next_month]])
    # Создаем график
```

```
    plt.figure(figsize=(10, 6))
    plt.scatter(X, y, color='blue', label='Известные данные')
    plt.plot(X, model.predict(X), color='red', linewidth=2, label='Линия регрессии')
    plt.scatter(next_month, prediction, color='green', marker='x', s=100,
label='Прогноз'
    # Добавляем текстовую информацию на график
    plt.text(0.05, 0.05, f"Прогнозируемая выручка на {next_month}-й месяц:
{prediction[0]:.2f} тыс. руб.",
             fontsize=12, color='black', transform=plt.gca().transAxes)
    plt.title('Прогноз выручки с помощью линейной регрессии')
    plt.xlabel('Месяц')
    plt.ylabel('Выручка (тыс. руб.)')
    plt.legend()
    plt.grid()
    plt.show()
```

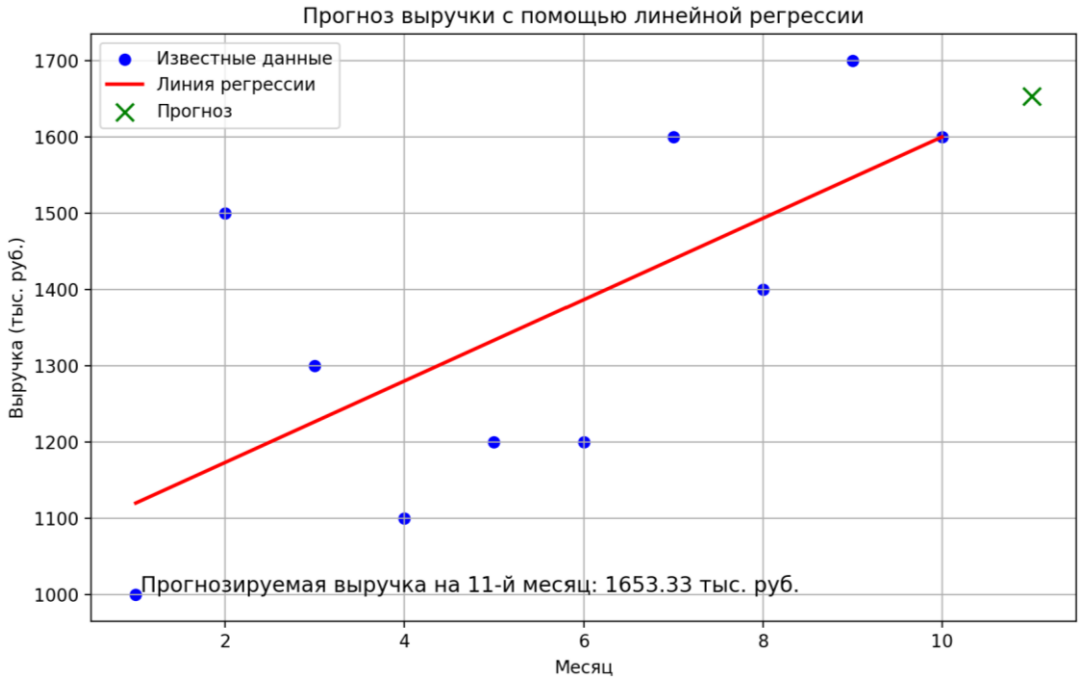


Рис. 1. Прогноз выручки по историческим данным

Машинное обучение способствует оптимизации маршрутов доставки, управлению складскими запасами и прогнозированию потребностей [4]. Системы прогнозирования спроса могут учитывать различные факторы, такие как:

- сезонность;
- региональные особенности;
- маркетинговые акции.

На основе этих данных системы машинного обучения могут

прогнозировать пиковые нагрузки на логистическую сеть, оптимизировать распределение товаров между складами и планировать оптимальные маршруты доставки.

Машинное обучение автоматизирует рутинные задачи, освобождая специалистов для более сложных процессов. Системы машинного обучения улучшают качество решений благодаря способности распознавать сложные паттерны в данных и постоянно совершенствоваться. Масштабируемость позволяет эффективно обрабатывать большие объёмы информации. Кроме того, экономическая эффективность и стимулирование инноваций являются важными преимуществами этой технологии.

Однако у машинного обучения есть недостатки. В первую очередь, это сильная зависимость от качества исходных данных – некорректные или неполные данные могут существенно исказить результаты. Сложность интерпретации результатов может создавать проблемы при попытке понять логику принятия решений системой. Немаловажным недостатком является и потенциальное влияние на рынок труда, связанное с автоматизацией определённых видов деятельности.

Машинное обучение все больше становится неотъемлемой частью оптимизации бизнес-процессов. Несмотря на определенные вызовы, преимущества его внедрения значительно перевешивают затраты. Компании, интегрирующие машинное обучение в бизнес-процессы, получают конкурентное преимущество и возможность более эффективно реагировать на изменения рынка. Для эффективного внедрения машинного обучения в бизнес-процессы необходимо учитывать три ключевых аспекта: стратегическое планирование, подготовку данных и поэтапную реализацию проекта. Грамотное использование машинного обучения демонстрирует высокий потенциал в оптимизации бизнес-процессов и повышении эффективности работы организации.

Источники

1. Григорьев А. Машинное обучение. Портфолио реальных проектов. – СПб.: Питер, 2023. – 496 с.

2. Архангельская Е., Кадурин А., Николенко С. Глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2025. – 480 с.

3. Вьюгин В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования. –М.: МЦНМО, 2022. - 400 с.

4. Лю Ю., Мирджалили В., Рашка С. Машинное обучение с PyTorch и Scikit-Learn. – СПб.: БХВ, 2024. - 488 с.

УДК 004

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГЕТИКОЙ

Кравченко Дарья Витальевна, Суворова Елена Викторовна
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, Россия
KravchenkoDV@mpei.ru, esuvorova@bk.ru

Аннотация: Статья посвящена использованию искусственного интеллекта в энергетике. Рассматриваются направления внедрения ИИ для автоматизации, повышения безопасности, оптимизации работы и анализа данных. Приведены примеры успешных проектов в российской энергетике, подтверждающие эффективность цифровизации.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, энергетика, автоматизация, анализ данных, цифровизация.

PROSPECTIVE DIRECTIONS OF USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENERGY MANAGEMENT

Kravchenko Darya Vitalievna, Suvorova Elena Viktorovna
National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russia
KravchenkoDV@mpei.ru, SuvorovaYelV@mpei.ru

Abstract: The article focuses on the application of artificial intelligence in the energy sector. It discusses AI-driven automation, safety enhancement, workflow optimization, and data analysis. Successful projects in the Russian energy industry demonstrate the benefits of digitalization.

Keywords: Artificial intelligence, energy, automation, data analysis, digitalization

Информационные технологии становятся неотъемлемой частью повседневной жизни. Их стремительное развитие позволяет решать трудные задачи в разных отраслях, таких как экономика, медицина, образование, промышленность и многие другие. Одно из значимых направлений использования современных технологий, как искусственный интеллект (ИИ) – это энергетика. Использование ИИ открывает новые возможности для повышения безопасности, автоматизации процессов и оптимизации работы предприятий энергетики (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**)

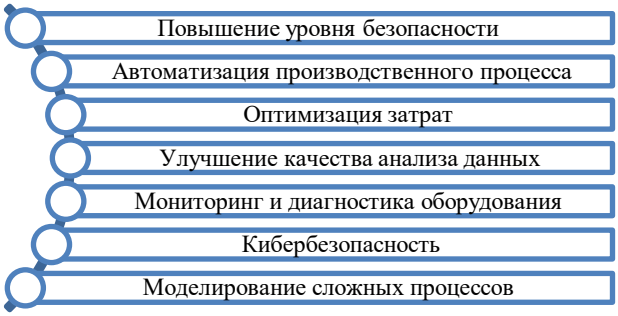


Рис. 1. Преимущества использования ИИ в энергетике

Специалисты постоянно исследуют, как современные технологии могут повлиять на эффективность и безопасность в ядерной промышленности. Согласно последнему исследованию InsightAce Analytic, ожидается, что среднегодовой темп роста мирового рынка ИИ в ядерной энергетике составит 6,19% в течение прогнозируемого периода с 2023 по 2031 год [0]. Искусственный интеллект вдохновляет создавать различные проекты и на сегодняшний день в этой сфере активно применяются системы, связанные с анализом видеоизображения, предиктивной аналитикой и прогнозированием изменения состояния оборудования.

Интеграция ИИ с мобильными вычислениями, особенно в контексте передовых сетевых технологий, таких как 5G, дает значительные преимущества в обработке данных в реальном времени и обеспечении безопасности. Архитектурная структура для мобильных вычислений на базе ИИ включает три основных компонента: восприятие, познание и принятие решений. Компонент восприятия – это область, которая получает большой объем информации из ряда различных каналов, таких как данные мобильного терминала (MTD), данные сети радиодоступа (RAND) и данные пакетной базовой сети (PCND). Эти данные предоставляют подробную информацию о пользовательском оборудовании, средах распространения радиоволн и элементах мобильной сети, благодаря чему сеть может быть глобально понята относительно ее состояния и условий. Познание –это компонент, который использует этот огромный объем данных для изучения и извлечения ценных сведений, например, предпочтений пользователей, моделей мобильности и поведения трафика [0].

Например, на атомной электростанции можно внедрить архитектуру мобильных вычислений на базе искусственного интеллекта, чтобы повысить безопасность за счет повышения эффективности. В результате компонент восприятия будет собирать данные с датчиков, контролирующих температуру, давление и уровень радиации на станции. Система познания, в свою очередь, проанализирует эту информацию, после чего система начнет находить закономерности и, возможно, обнаружит аномалии, что будет явным предупреждением о предстоящей проблеме или сбое. На основе этого анализа

компонент принятия решений можно использовать либо для отправки оповещения в режиме реального времени, либо для планирования профилактического обслуживания, либо для автономной корректировки работы станции, чтобы поддерживать безопасность и стабильность.

В ближайшем будущем технология IoT в сочетании с искусственным интеллектом и блокчейном быстро изменит весь способ работы в промышленных отраслях. Использование этих систем было бы полезным в сочетании с ИИ, поскольку IoT позволяет собирать данные и, следовательно, лучше понимать процессы атомных электростанций и мониторинг, поддерживая решения, необходимые во время эксплуатации, а также во время критических аварийных ситуациях. Высокоуровневая инфраструктура IoT включает в себя устройства IoT, подключение и датчики, чтобы данные могли эффективно собираться и передаваться. Кроме того, инфраструктура IoT на атомных электростанциях должна включать в себя защищенную линию передачи данных, а также защищенный интерфейс хранения данных для снижения любых рисков кибербезопасности, которые могут возникнуть из-за этого приложения.

Одним из удачных примеров использования IoT-проектов в российской электроэнергетике является компания «Интер РАО Электрогенерация». В рамках проекта была внедрена система сбора, передачи и обработки технологических данных (ССПРТИ), которая способствует снижению перерасхода топлива и увеличению надежности работы. По оценкам, проект окупится в течение 5-7 лет благодаря ежегодной экономии на топливных затратах, достигающей 130 млрд рублей [0].

Облачные сервисы следующий пример применения современных технологий. Это технология позволяющая предоставлять пользователям доступ к вычислительным ресурсам, программам и данным через интернет. Облачные технологии активно применяются для хранения данных, аналитики, управления проектами и автоматизации процессов. Например, в бухгалтерии они используются для доступа к данным в реальном времени и организации удаленной работы. Компания ITGLOBAL.COM предоставила частное облако для АО «Уральская Сталь», специалисты предложили компании перенести ИТ-инфраструктуру в приватное облако для размещения масштабной ERP-системы. Это позволило повысить эффективность и точность работы комбината, оптимально выстроить внутреннее и внешнее взаимодействие с подразделениями, клиентами, поставщиками [0].

«Газпром нефть» развивают облачные технологии в партнерстве с VK. Была создана облачная платформа на базе Private Cloud от VK, которая включает в себя работы с вычислительными ресурсами и работу с данными. Внедрение новой ИТ-инфраструктуры позволило значительно увеличить

эффективность использования вычислительных ресурсов – в среднем по компании этот показатель поднялся с 30% до 70% благодаря использованию облачных технологий [0].

Внедрение искусственного интеллекта в информационные процессы на примере группы «РусГидро». Компания создала информационную систему обработки электронного архива первичных финансово-хозяйственных документов и юридически значимого документооборота. Проект начался в 2020 году и предпосылками послужило создание общего центра обслуживания и передачи центру бухгалтерской функции порядка 70 предприятий. Организационно-технические цели проекта (Рис. 1):

Рис. 1. Организационно-технические цели проекта

По завершению проекта повысилась прозрачность процессов ведения общехозяйственной деятельности в компаниях, входящих в группу «РусГидро». Автоматизация процессов обработки финансовых документов способствовала:

- ускорению получения управленческой отчетности до 50%;
- ускорению получения регламентированной отчетности до 60%;
- сокращению расходов на материальные ресурсы на 5%.

ИИ быстро трансформирует программы контроля состояния сотрудников, предлагая новые способы мониторинга, поддержки и повышения благополучия на рабочих местах.

Основные возможности агентов ИИ в мониторинге состояния сотрудников:

- Персонализированные программы оздоровления;
- Раннее обнаружение рисков для здоровья;
- Чат-боты поддержки психического здоровья;
- Индивидуальные фитнес-программы;
- Поддержка финансового благополучия;
- Распределение рабочей нагрузки;
- Гибкое планирование.

Внедрение инструментов на базе ИИ для мониторинга состояния сотрудников на станциях является важным шагом к созданию более безопасной, эффективной и надежной рабочей среды.

Применение современных технологий таких как искусственный интеллект, IoT, облачные сервисы, открывают новые возможности для энергорынка. Эти инновации позволяют повысить безопасность, улучшить мониторинг, оптимизировать рабочие процессы и сократить затраты. Реализованные проекты демонстрируют реальную экономическую эффективность и значимость цифровизации для отрасли. Перспективы их развития подтверждают, что будущее энергетики связано с дальнейшим внедрением искусственного интеллекта для обеспечения ее устойчивости и конкурентоспособности.

Предполагаемый эффект использования ИИ в энергетике может составить: освобождение рабочего времени сотрудников, компании для других задач (56%), быстрый темп исполнения задач (50%) и экономию денежных средств (35%). Внедрение облачных технологий позволит значительно увеличить эффективность использования вычислительных ресурсов – в среднем по компании этот показатель с 30% до 70%. Использование ИИ-агентов на предприятии способствует снижению травматизма в 2 раза, снижению издержек производства на 10%, увеличению производительности труда на 10-15%.

Источники

1. Отчет об анализе инвестиций и возможностей роста на рынке атомной энергетики за 2023-2031 годы с использованием искусственного интеллекта URL: https://finance.yahoo.com/news/ai-nuclear-energy-market-investment-092600902.html

2. Топ-5 инноваций в энергетике: от интернета вещей до «умных» сетей URL: https://www.iksmedia.ru/articles/5584620-Top5-innovacij-v-energetike-ot-inte.html

3. Официальный сайт компании ITGLOBAL.COM – URL: https://itglobal.com/ru-ru/?attempt=1

4. «Газпром нефть» развивает облачные технологии в партнерстве с VK URL: https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/gazprom-neft-razvivaet-oblachnye-tekhnologii-v-partnerstve-s-vk/

5. Ло, Г.; Юань, К.; Ли, Дж.; Ван, С.; Ян, Ф. Искусственный интеллект на основе мобильных сетей: от познания к принятию решений. IEEE Netw. 2021 , 36 , 136–144.

УДК 004.8

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ НАВИГАЦИИ МОРСКИХ СУДОВ

Красильников Александр Александрович, Сивков Вадим Сергеевич
ФГБОУ ВО «ПГУТИ», г. Самара, Россия
jvmaster55@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена разработке ML-приложения для автоматизации решений в морской навигации, соответствующего требованиям Международных правил предотвращения столкновений судов (МПСС-72). Решение основано на LSTM-сетях, анализирующих пространственно-временные зависимости, и включает механизмы безопасности, интерпретируемости и адаптации к динамическим условиям. Тестирование показало точность 92.7% и задержку реакции менее 200 мс.

Ключевые слова: машинное обучение, рекуррентные нейронные сети, судоходство, навигация, МПСС-72.

INTELLIGENT NAVIGATION SYSTEM FOR MARINE VESSELS

Krasilnikov Alexander Alexandrovich, Sivkov Vadim Sergeevich
PSUTI, Samara, Russia
jvmaster55@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the development of ML-application for automation of decisions in marine navigation, corresponding to the requirements of the International Rules for the Prevention of Collisions of Ships (IPCS-72). The solution is based on LSTM-networks analyzing spatial and temporal dependencies and includes mechanisms of safety, interpretability and adaptation to dynamic conditions. Testing showed an accuracy of 92.7% and a response latency of less than 200 ms.

Keywords: machine learning, long short-term memory, shipping, navigation, COLREGs-72.

Безопасность мореплавания требует строгого соблюдения МПСС-72 [1], что осложняется человеческим фактором и быстро меняющимися условиями. Машинное обучение (англ. machine learning, ML) позволяет автоматизировать анализ навигационных данных и принятие решений. Цель работы – создать ML-модель, которая ссоответствует ключевым правилам МПСС-72 (напр., правила 5, 6, 14), обеспечивает прозрачность решений для судоводителей.

Разработка модели машинного обучения начинается с тщательной подготовки данных, которая определяет качество и надежность будущих

прогнозов. Источниками данных для модели выступали автоматические идентификационные система (англ. Automatic Identification System, AIS) и радары. AIS – это международная система, которая в режиме реального времени передает данные о судне, включая его уникальный идентификатор (англ. Maritime Mobile Service Identity, MMSI), координаты (широту и долготу), скорость (как относительно грунта, так и воды), курс, тип судна, осадку и статус (на якоре, в движении). Эти данные обновляются каждые 2-10 секунд, что обеспечивает высокую детализацию для анализа траекторий и прогнозирования перемещений. AIS интегрируется с бортовыми системами судна и спутниками, что делает её основным источником информации о морском трафике. Радары дополняют AIS, предоставляя данные о расстоянии до других объектов, их скорости и направлении движения. Это особенно важно в ситуациях, когда судно не оснащено AIS (например, небольшие лодки) или при технических сбоях. Радарные данные также помогают обнаруживать препятствия, не отраженные в AIS, такие как айсберги или незаконные суда. Однако их точность может снижаться в условиях сильных осадков или высокой волны. Благодаря этим системам можно получить скорость, курс, дистанцию до других объектов, видимость, ускорение. Для получения исторических данных были использованы архивы морских инцидентов на основе отчетов береговых охран, судовых журналов и международных баз данных (GISIS IMO).

Архитектура разработанной модели (рис 1.) построена на сочетании современных методов глубокого обучения, направленных на анализ временных, категориальных и контекстных данных для оценки риска столкновения судов.

Основу модели составляет бидирекционный LSTM-слой (англ. Long Short-Term Memory – рус. рекуррентные нейронные сети), который обрабатывает последовательности навигационных данных в прямом и обратном временных направлениях. Это позволяет учитывать не только текущее состояние судна, но и его историю, а также прогнозируемые изменения курса. Для стабилизации обучения и борьбы с переобучением в LSTM интегрированы нормализация по слоям (англ. LayerNorm) и дропаут, которые сглаживают градиенты и снижают зависимость от шумов в данных [2].

Механизм внимания (англ. attention) дополняет LSTM, автоматически выделяя ключевые временные интервалы в последовательности. Например, резкие изменения скорости, снижение видимости или приближение к другим судам. Веса внимания визуализируются, что делает решения модели прозрачными для судоводителей – экипаж может понять, какие факторы повлияли на прогноз [3].

Функцией активацией выбрана сигмоида, поскольку она выдаёт значения от 0 до 1, что в нашем случае интерпретируется как вероятность столкновения. Благодаря плавным градиентам LSTM-сети избегает затухание градиентов.

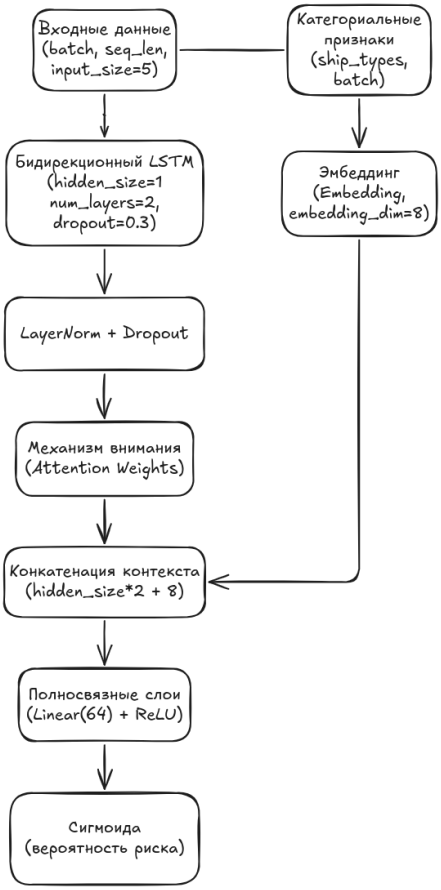


Рис. 1. Архитектура модели

Для учета категориальных признаков, таких как тип судна, используется слой эмбеддингов, преобразующий дискретные значения (например, «танкер», «пассажирское судно») в плотные векторные представления. Это позволяет модели различать маневренные характеристики разных классов судов. Выходы LSTM, контекст внимания и эмбеддинги объединяются в многоуровневом классификаторе, который включает полносвязные слои с нелинейной активацией ReLU. Финальный слой с сигмоидой преобразует результат в вероятность риска столкновения в диапазоне от 0 до 1, что интуитивно понятно для интерпретации. [4]

Модель поддерживает обработку мультимодальных данных: временные ряды (скорость, курс), категории (тип судна). Это достигается за счет гибкой интеграции дополнительных модулей, таких как сверточные нейронные сети (CNN), что расширяет её применение в условиях ограниченной видимости или при обнаружении препятствий, не отраженных в AIS.

Обучение модели оптимизировано за счет Focal Loss, который фокусируется на редких событиях (столкновениях), и режима Teacher Forcing, использующего исторические маневры для улучшения прогнозирования [5].

Обучение проводилось на датасете, содержащем 250 000 временных последовательностей навигационных данных, включая AIS-треки, исторические инциденты столкновений. Для валидации использовалось 15% данных, а тестирование выполнялось на независимом наборе из 50 000 записей.

Модель продемонстрировала высокую эффективность, достигнув точности 98.7% на тестовой выборке, что подтверждает её способность корректно классифицировать большинство навигационных сценариев. Для класса «риск столкновения» значение F1-score составило 0.93, что на 18% выше, чем у базовой LSTM-архитектуры, и отражает улучшенный баланс между точностью и полнотой, особенно критичный для редких событий. Обучающая потеря (Train Loss) стабилизировалась на уровне 0.12 после 50 эпох, а валидационная потеря (Validation Loss) – 0.15, что указывает на отсутствие переобучения и хорошую обобщающую способность модели. Практическая применимость подтверждается задержкой прогноза в 150 мс для последовательности из 10 временных шагов при использовании аппаратного ускорения (NVIDIA Tesla V100), что позволяет интегрировать систему в реальные навигационные процессы без нарушения временных ограничений.

Разработана модель показала высокую эффективность в реальных сценариях, однако её успешная эксплуатация требует учета специфики морских данных и постоянного мониторинга. Ключевые факторы успеха – комбинация современных методов ML и строгое соблюдение правил МПСС-72. Дальнейшая работа будет направлена на снижение задержки прогноза до 50 мс.

Источники

1. Международные правила предупреждения столкновений судов в море [Электронный ресурс]. https://goo.su/dymZl (дата обращения: 10.03.2025).
2. Long Short-Term Memory [Электронный ресурс]. https://gwern.net/doc/ai/nn/rnn/1997-hochreiter.pdf (дата обращения: 10.03.2025).
3. Neural machine translation by jointly learning to align and translate [Электронный ресурс]. https://gwern.net/doc/ai/nn/rnn/1997-hochreiter.pdf (дата обращения: 10.03.2025).
4. Efficient estimation of word representations in vector space [Электронный ресурс]. https://arxiv.org/pdf/1301.3781 (дата обращения: 5.03.2025).
5. Focal loss for dense object detection [Электронный ресурс]. https://openaccess.thecvf.com/content_iccv_2017/html/Lin_Focal_Loss_for_ICCV_2017_paper.html (дата обращения: 15.03.2025).

УДК 004.932.2

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ УГРОЗ: ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Кудрявцев Данил Сергеевич, Коврижных Ольга Евгеньевна
КГЭУ, г. Казань, Россия
kjkolke1337@gmail.com

Аннотация. Распознавание опасных предметов на изображении является критически важной задачей для обеспечения безопасности в общественных местах. С развитием технологий компьютерного зрения и машинного обучения стало возможным создание информационных систем, способных автоматически анализировать изображения и выявлять потенциальные угрозы.

При этом для успешной реализации систем идентификации опасных предметов, необходимо учитывать комплекс требований. В статье рассмотрены и систематизированы различные требования, предъявляемые к данным информационным системам. Их выполнение при разработке и проектировании программного обеспечения будет способствовать совершенствованию мер безопасности и развитию инновационных технологий в сфере предупреждения угроз.

Ключевые слова: информационные системы, безопасность, компьютерное зрение, машинное обучение, требования.

THREAT RECOGNITION INFORMATION SYSTEMS: DEVELOPMENT REQUIREMENTS AND PROSPECTS FOR THE USE OF COMPUTER VISION TECHNOLOGIES

Kudryavtsev Danil Sergeevich, Kovrizhnykh Olga Evgenievna
KSPEU, Kazan, Russia
kjkolke1337@gmail.com

Abstract. Recognizing dangerous objects in an image is a critical task for ensuring safety in public places. With the development of computer vision and machine learning technologies, it has become possible to create information systems capable of automatically analyzing images and identifying potential threats.

At the same time, for the successful implementation of systems for the identification of dangerous objects, it is necessary to take into account a set of requirements. The article discusses and systematizes the various requirements for these information systems. Their implementation in the development and design of software will contribute to the improvement of security measures and the development of innovative technologies in the field of threat prevention.

Keywords: information systems, security, computer vision, machine learning, requirements.

Распознавание опасных предметов на изображениях занимает ключевое место в обеспечении безопасности общественных мест. С учетом роста количества людей в общественных местах, транспортных узлах и других общественных инфраструктурах, своевременное выявление потенциальных угроз приобретает критическое значение.

Исследования в области безопасности и разработки систем обнаружения опасных предметов на изображении представляют собой активно развивающееся направление. Распознавание лиц с помощью технического зрения играет важную роль во множестве сфер, включая биометрические системы контроля доступа, видеонаблюдение и персонализированную рекламу [1]. Методы распознавания опасных предметов на изображении включают в себя использование различных алгоритмов компьютерного зрения и машинного обучения для автоматического обнаружения и классификации подозрительных объектов на изображениях багажа или других сцен.

Но для успешного функционирования информационной системы идентификации опасных предметов в багаже необходимо учитывать ряд требований. Эти требования можно разделить на технические, функциональные и организационные, как это представлено на рисунке 1.

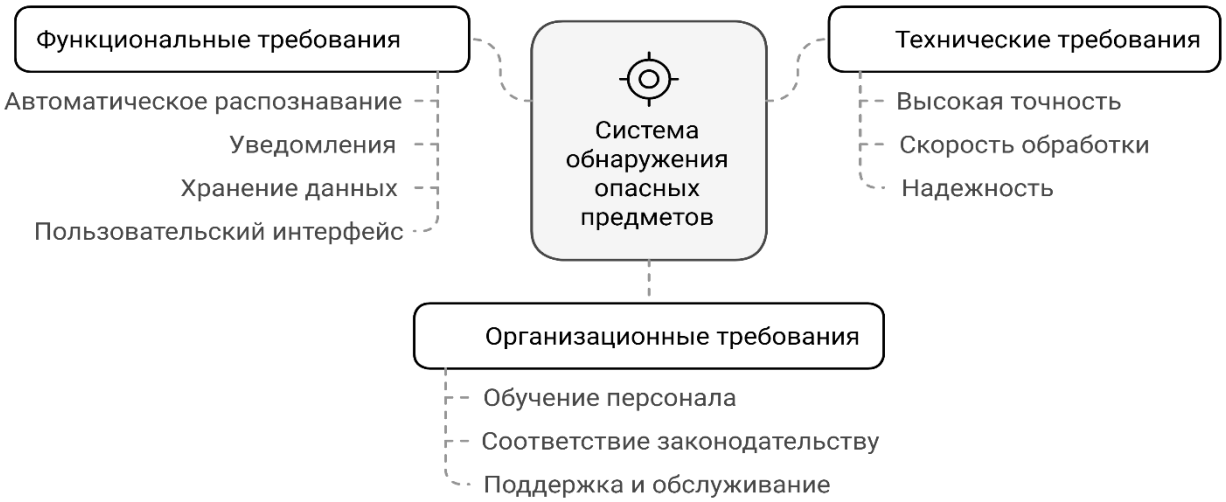


Рис.1. Требования к информационным системам обнаружения опасных предметов

Технические требования включают в себя:

– высокая точность распознавания, означает, что система должна обладать высокой точностью при идентификации опасных предметов, минимизируя количество ложных срабатываний и пропусков;

– скорость обработки данных, чтобы разрабатываемое ПО могло обрабатывать большие объемы данных в реальном времени, обеспечивая быструю проверку багажа;

– интеграция с существующими системами, то есть информационная система должна быть интегрирована с уже существующими системами безопасности и управления в аэропортах и других транспортных узлах;

– надежность и отказоустойчивость, означает что информационная система должна быть надежной и устойчивой к сбоям, обеспечивая бесперебойную работу в любых условиях.

Функциональные требования включают:

– автоматическое распознавание и классификация опасных предметов на основе анализа изображений и видео;

– при обнаружении опасного предмета система должна автоматически уведомлять соответствующие службы безопасности;

– хранение и последующий анализ данных для улучшения алгоритмов распознавания и проведения расследований;

– пользовательский интерфейс должен быть интуитивно понятным и удобным для операторов, обеспечивая легкий доступ ко всем необходимым функциям.

Организационные требования включают:

– обучение персонала для организации эффективной работы;

– соответствие всем применимым законодательным нормам и стандартам в области безопасности и защиты данных;

– регулярная поддержка и обслуживание системы для обеспечения ее корректной работы и обновления.

Наконец, важно проводить регулярные анализы эффективности и эффективности систем обнаружения опасных предметов, чтобы идентифицировать возможные уязвимости или неэффективности и принять меры по их устранению.

В цифровой экономике использование информационных технологий становится неотъемлемой частью деловой практики предприятий, не только для улучшения их конкурентоспособности, но и для обеспечения их устойчивого развития [2]. Анализ современных исследований и практических решений показывает, что применение технологий компьютерного зрения для распознавания угроз обладает высоким потенциалом, способствуя совершенствованию мер общественной безопасности. Однако остаются вопросы, связанные с интерпретацией результатов моделей в сложных реальных условиях, обеспечением конфиденциальности и защите персональных данных. Необходимость постоянного обновления данных для обучения моделей и корректировки алгоритмов требует разработки стандартных протоколов и подходов к интеграции таких систем на различных площадках.

Системы распознавания угроз, основанные на технологиях компьютерного зрения, демонстрируют высокую эффективность при условии

соблюдения ряда требований к точности алгоритмов обработки изображений, устойчивости к воздействию шума и возможности работы в режиме реального времени.

Реализация информационных систем данного типа требует тщательной интеграции методов машинного обучения и анализа изображений, что обеспечивает возможность автоматизированного мониторинга и оперативного выявления потенциально опасных объектов.

Разработка и внедрение систем обнаружения опасных предметов в багаже требует комплексного подхода, учитывающего технические, обучающие, этические, правовые и социальные аспекты. Только такой подход позволит создать действенные и эффективные системы, способствующие обеспечению безопасности и защите прав и интересов членов общества.

Перспективы применения технологий компьютерного зрения в системах безопасности заключаются в возможности постоянного совершенствования алгоритмов, внедрения передовых методов обучения и адаптации систем к новым типам угроз, что в итоге способствует созданию более надежных и интеллектуальных систем контроля. Дальнейшее развитие исследования видится как переход к выбору алгоритмов, которые будут использоваться при разработке программного продукта [3].

Источники

1. Клюев Д. Е. Современные подходы и технологии в модулях технического зрения для распознавания лиц в системах контроля доступа / Д. Е. Клюев. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2024. – № 17 (516). – С. 20-22.

2. Филатова К. А., Коврижных О.Е. Информационные технологии как инструмент управления волонтерской деятельностью: оптимизация учета времени и ресурсов / Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 12, № 2(155). – С. 11-16.

3. Меджидов З. У. Использование технологии системы распознавания лиц в обеспечении информационной безопасности конфиденциальной информации / З. У. Меджидов, З. Х. Ахмедова // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. – 2024. – № 2. – С. 123-131.

УДК 004.8:519.21

ВЕРОЯТНОСТНОЕ МЫШЛЕНИЕ В СФЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: КЛЮЧ К ПРИНЯТИЮ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Кулешова Диана Александровна, Будникова Иветта Константиновна
КГЭУ, г. Казань, Россия
diaanakuul@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена применению вероятностных методов в искусственном интеллекте (ИИ) как ключевого подхода для работы в условиях неопределенности. Рассмотрены основные вероятностные модели, построенные на основе теории Байеса. В статье отмечается, что вероятностное мышление является не только математическим инструментом, но и философией, позволяющей ИИ эффективно решать сложные задачи в реальном мире.

Ключевые слова: вероятностное мышление, искусственный интеллект, неопределенность, теория Байеса, математические модели, случайные процессы.

PROBABILISTIC THINKING IN THE FIELD OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: THE KEY TO DECISION-MAKING IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Kuleshova Diana Alexandrovna, Budnikova Ivetta Konstantinovna
KSPEU, Kazan, Russia
diaanakuul@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the application of probabilistic methods in artificial intelligence (AI) as a key approach to work under uncertainty. The main probabilistic models based on Bayesian theory are considered. The article notes that probabilistic thinking is not only a mathematical tool, but also a philosophy that allows AI to effectively solve complex problems in the real world.

Keywords: probabilistic thinking, artificial intelligence, uncertainty, Bayesian theory, mathematical models, random processes

Искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью современного мира, проникая в различные сферы жизни – от медицины и финансов до автономных транспортных средств и других областей. Однако одной из главных проблем, с которыми сталкиваются разработчики и пользователи ИИ, является неопределенность. Мир полон случайностей, шума и неполных

данных, и именно вероятностное мышление позволяет ИИ эффективно работать в таких условиях [1].

Вероятностное мышление – это подход, при котором решения и выводы делаются на основе вероятностей, а не на абсолютных истинах. Вместо того чтобы утверждать, что событие произойдет или не произойдет, вероятностное мышление оценивает, насколько вероятно его наступление. Этот подход особенно важен в условиях, где данные неполны, зашумлены или изменчивы [2,3].

В контексте ИИ вероятностное мышление позволяет алгоритмам учитывать неопределенность, делать обоснованные прогнозы и принимать решения даже в условиях недостатка информации. Это достигается за счет использования математических моделей теории вероятностей таких как: байесовские подходы, марковские модели, гауссовские процессы и другие.

Случайные события в анализе данных и искусственном интеллекте часто связаны с неопределённостью и вариативностью реального мира. Существует большое количество направлений развития искусственного интеллекта. В рамках этих направлений есть различные методы, которые могут применяться по отдельности или в группах для решения задач, стоящих перед наукой, промышленностью, экономикой, медициной и другими областями.

Машинное обучение (Machine Learning) – это целый класс методов искусственного интеллекта. В контексте машинного обучения вероятностные методы играют ключевую роль, помогая моделям делать точные предсказания и принимать обоснованные решения в условиях неопределенности [4].

Одним из основных инструментов машинного обучения является математический аппарат теории вероятностей – теорема Байеса, которая описывает, как априорные вероятности событий изменяются после получения новой информации.

В рамках байесовского подхода для решения подобных задач рассматриваются вероятностные модели:

– Байесовский наивный классификатор;

– Байесовская линейная регрессия;

– Байесовская логистическая регрессия.

Байесовская сеть – вероятностная модель, которую используют для представления зависимостей между различными переменными в системе (рис.1). Такие модели применяют для классификации, регрессии, кластеризации и других задач машинного обучения. Работами профессора Ветрова Д. удалось существенно расширить круг задач, решающийся с помощью методов машинного обучения на основе байесовского подхода [5].

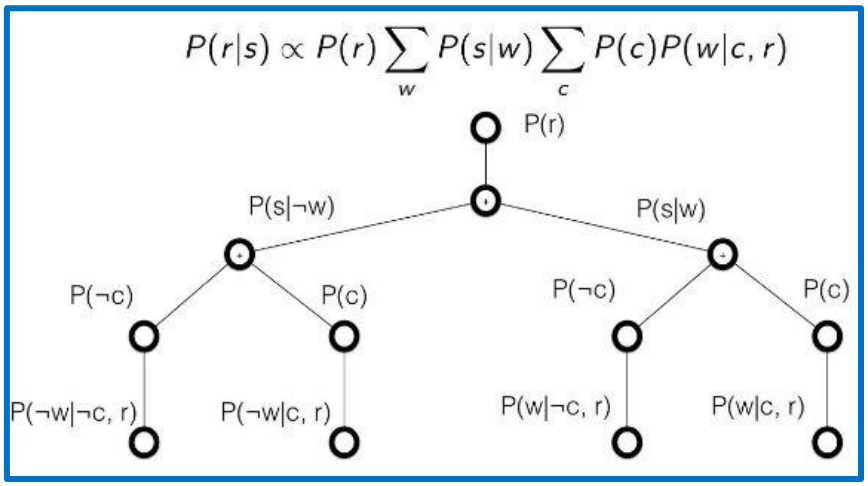


Рис. 1. Байесовская сеть

По мере развития технологий и увеличения вычислительных мощностей вероятностные методы будут играть все более важную роль в создании интеллектуальных систем, способных решать сложные задачи в реальном мире.

Таким образом, вероятностное мышление, это не просто математический инструмент, это философия, которая признает, что мир полон неопределенности, и предлагает способы работы с ней. В этом и заключается его сила и потенциал для будущего ИИ.

Источники

1. Искусственный интеллект: вызовы и возможности. Форум «Технологии и безопасность». 2024. URL: https://www.tbforum.ru/2024/programme (Дата обращения 25.01.2025).

2. Арзуманиян Н. И. Вероятностный стиль мышления: сущность понятия и свойства / Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. 2012. С. 42–43.

3. Wainwright M. J., & Jordan M. I. Graphical Models, Exponential Families, and Variational Inference / Foundations and Trends in Machine Learning. 2008. Т. 1. № 1–2. С. 14.

4. Хамидуллин С.А., Будникова И.К. Применение алгоритмов машинного обучения для решения задач классификации при обработке текстовых комментариев/ Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27, № 10. С. 121-126.

5. Ветров Д.А. Нейробайесовский подход к задачам машинного обучения. URL: https://www.rscf.ru/prjcard_int?17-71-20072 (Дата обращения 25.02.2025).

УДК 004.94

ПРОГРАММА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЧИСЛОВЫХ ДАННЫХ ИЗ ВИДЕОПОТОКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СОНЛИВОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Курбанов Бабахан, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
babahan-98@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена программа для извлечения числовых данных из видеопотока с целью моделирования и определения состояния сонливости человека. Разработанная программа извлекает такие признаки сонливости человека, как частота морганий, длительность морганий, количество морганий и зевков. Для извлечения численных значений этих признаков программа анализирует видеопоток и сохраняет полученные данные в CSV-файл для дальнейшего анализа. В результате на основе извлеченных данных появляется возможность строить различные модели машинного обучения, а также использовать данные для других аналитических задач, направленных на повышение безопасности и качества жизни.

Ключевые слова: сонливость человека, анализ видеопотока, числовые данные, извлечение признаков, машинное обучение, MediaPipe.

PROGRAM FOR EXTRACTING NUMERICAL DATA FROM VIDEO STREAM FOR MODELING AND DETERMINING THE STATE OF HUMAN DROWSLYNESS

Kurbanov Babakhan, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
babahan-98@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Abstract. A program for extracting numerical data from a video stream for the purpose of modeling and determining the state of human drowsiness is considered. The developed program extracts such signs of human drowsiness as the frequency of blinks, the duration of blinks, the number of blinks and yawns. To extract the numerical values of these signs, the program analyzes the video stream and saves the obtained data in a CSV file for further analysis. As a result, based on the extracted data, it becomes possible to build various machine learning models, as well as use the data for other analytical tasks aimed at improving safety and quality of life.

Keywords: human sleepiness, video stream analysis, numerical data, feature extraction, machine learning, MediaPipe.

В настоящее время с развитием технологий компьютерного зрения [1, 2] и машинного обучения [3-5] стала актуальной разработка автоматизированных систем мониторинга состояния человека [6, 7]. Такие системы позволяют своевременно предотвращать проблемы, возникающие из-за состояния сонливости. Сонливость влияет на концентрацию внимания, замедляет реакцию и приводит к ошибкам, что может иметь серьезные последствия [8].

Для реализации эффективных систем мониторинга состояния сонливости человека требуются качественные данные. Мониторинг состояния человека подразумевает работу с видеопотоком. Следовательно, для использования информации из видеопотока в моделях машинного обучения [9-12] необходимо предварительно извлекать из него числовые данные, которые описывают ключевые признаки сонливости человека.

Одним из таких признаков является частота морганий [13]. Увеличение значения этого признака может свидетельствовать о начальной стадии сонливости. Также важным показателем является продолжительность морганий. Более длительные моргания могут указывать на выраженное состояние сонливости. Частое зевание также является явным признаком сонливости человека и рассматривается как ключевой элемент для анализа. Анализ значений этих признаков может позволить строить модели машинного обучения [14-16] для эффективного определения состояния сонливости человека.

Для автоматизации процесса извлечения числовых данных из видеопотока была разработана специальная программа. Она обеспечивает загрузку и обработку видеопотока в режиме реального времени. При обработке видеопотока извлекаются ключевые точки лица с использованием библиотеки MediaPipe [17]. Для определения морганий вычисляется метрика EAR (Eye Aspect Ratio), а для зевков используется метрика MAR (Mouth Aspect Ratio). Также программа на основе метрики EAR определяет частоту морганий и их продолжительность. Полученные результаты анализа выводятся на экран в режиме реального времени, а также сохраняются во внешний CSV-файл для дальнейшего анализа и построения интеллектуальных моделей.

На рисунке 1 представлена табличная структура CSV-файла.

Средний EAR	Средний MAR	Моргания	Зевки	Частота морганий	Макс. долгое моргание	Среднее количество кадров моргания	Состояние (TRUE - сонливый, False - бодрый)
0.2874444	0.2549917	11	6	36.5203351	18	4.727272727	TRUE
0.2745904	0.2707926	11	3	35.3799707	26	6.454545454	TRUE
0.2666518	0.4125571	14	3	46.5712122	8	2.785714285	TRUE

Рис. 1. Структура CSV-файла для сохранения данных из видеопотока

Для оценки качества и значимости извлеченных данных был проведен корреляционный анализ [18, 19]. Этот вид анализа позволяет выявить взаимосвязи между отдельными признаками сонливости человека и может помочь в дальнейшем при построении модели машинного обучения [20-22].

На рисунке 2 представлена корреляционная матрица, визуализированная в виде тепловой карты.

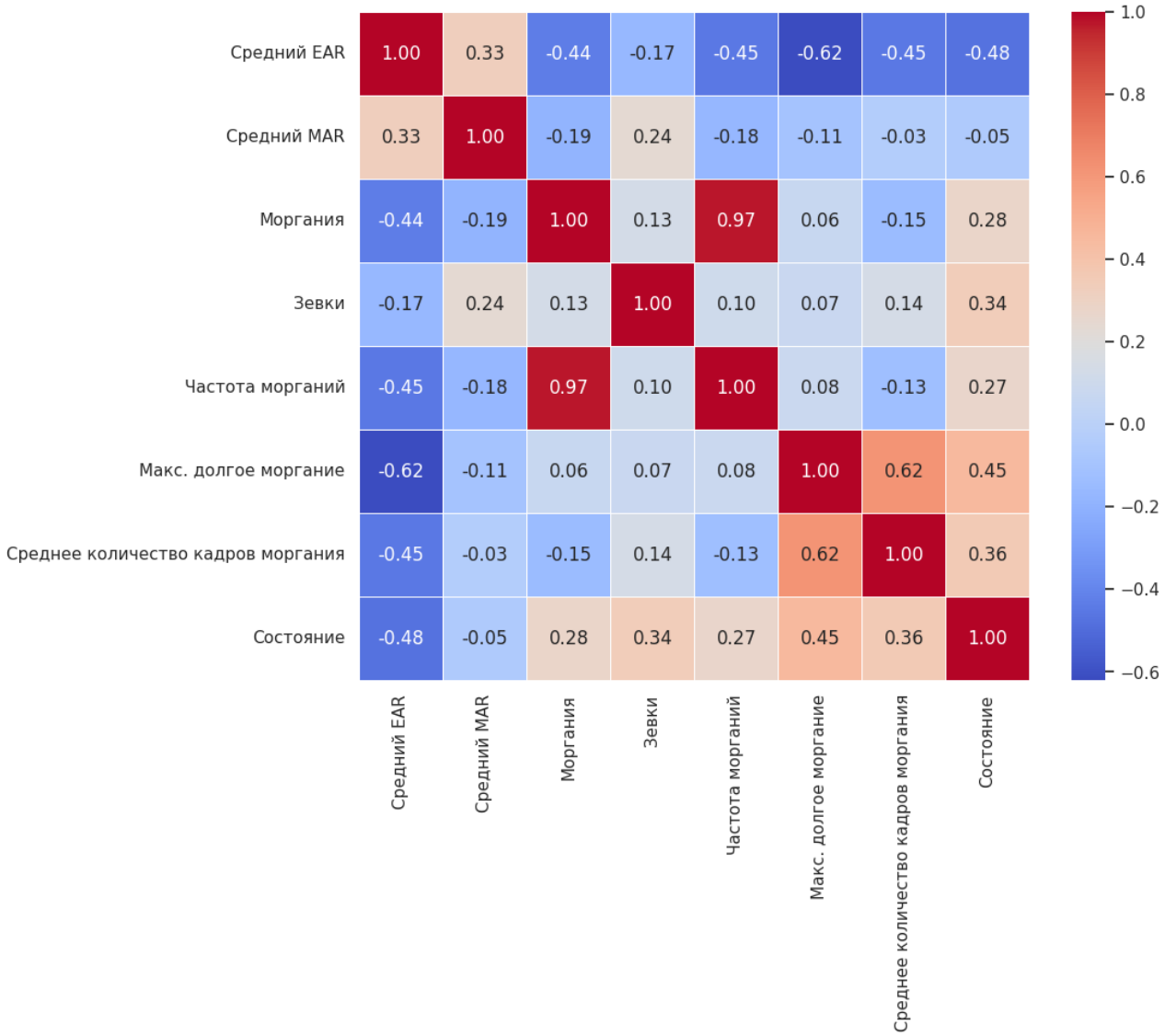


Рис. 2. Корреляционная матрица

Корреляционный анализ показал, что извлеченные признаки имеют взаимосвязи, указывающие на их значимость для определения состояния сонливости человека. Наблюдается отрицательная корреляция показателя «средний EAR» с состоянием сонливости (-0.48). Можно отметить, что снижение EAR может быть индикатором повышенной сонливости. Аналогичная тенденция наблюдается для частоты морганий (-0.45), что показывает взаимосвязи учащенного моргания с признаками сонливости.

Также можно заметить высокую положительную корреляцию между количеством морганий и их частотой (0.97). Следовательно, эти показатели непосредственно связаны. Следует обратить внимание на значимую связь между продолжительностью морганий и состоянием сонливости (0.36). Такая корреляция указывает на склонность к более длительным морганиям при нарастающей сонливости. Показатель «средний MAR» демонстрирует слабую корреляцию с состоянием сонливости (-0.05). Однако положительная связь с частотой зевков (0.24) подтверждает значимость данного признака для анализа.

Таким образом, можно сделать вывод, что выявленные закономерности указывают на значимость признаков для определения состояния сонливости человека. Следовательно, разработанная программа успешно извлекает информативные данные и может применяться при построении интеллектуальных систем мониторинга состояния сонливости человека в сферах, требующих высокой концентрации внимания.

Источники

1. Ляпанов А.В., Ляпанов А.А. Компьютерное зрение // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 103-8. С. 169-172.

2. Филипчик М.Е., Никонорова Л.И. Компьютерное зрение и машинное обучение // Наука и Образование. 2024. Т. 7. № 2.

3. Алемасов Е.П., Зарипова Р.С. Перспективы применения технологий машинного обучения // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 2 (20). С. 32-34.

4. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Автономные машины и искусственный интеллект // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 3 (21). С. 46-49.

5. Воробьёва Ю.Н., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нейросетевая модель выявления DDoS-атак // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 94-98.

6. Булдакова Т.И., Соколова А.В. Структурирование и визуализация данных о состоянии человека в системах мониторинга // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. 2020. Т. 3. С. 114-117.

7. Булдакова Т.И., Соколова А.В., Халайджи А.К. Мониторинг состояния человека-оператора киберфизической системы // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. 2020. № 10. С. 20-27.

8. Ващенко Н.В., Кожев А.И., Азимова Ю.Э. Нарушения сна при мигрени // Медицинский совет. 2021. № 2. С. 111-120.

9. Магамедова Д.М., Магамедова А.З. Модели в машинном обучении // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 68-1. С. 55-57.

10. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.

11. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.

12. Курбанов Б., Катасёв А.С. Сверточная нейросетевая система оценки усталости человека по выражению лица // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 70-73.

13. Шарафутдинова А.Ф. Система определения усталости водителя // Вестник современных исследований. 2018. № 7.1 (22). С. 412-413.

14. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.

15. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

16. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С., Шалаева Д.В. Нейросетевая технология анализа транспортных потоков в автоматизированных системах управления дорожным движением // Программная инженерия. 2023. Т. 14. № 10. С. 513-519.

17. Залуская Е.Е., Тур А.А. Определение положения тела человека: сравнение MediaPipe и OpenPose // Наукосфера. 2023. № 8-2. С. 53-57.

18. Азиева Л.Д. Применение корреляционного анализа в Excel при решении практических задач // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 63-2. С. 11-15.

19. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Васильев В.Л. Нейронечеткий классификатор оценки уровня знаний обучающихся // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 9. С. 115-119.

20. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Аугментация данных и построение нейросетевых моделей распознавания рукописных символов в системах биометрической аутентификации // Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 3. С. 366-371.

21. Нургалиев Б.Х., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания изображений типа Captcha // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 104-107.

22. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.

УДК 004.855.5

МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Лазарева Алина Марселевна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
alinalazarewa@yandex.ru

Аннотация. В современном мире, когда искусственный интеллект набирает всё большую популярность и проникает во всё большие количество сфер жизни, необходимость в понимании как происходит обучение ИИ становится все важнее с каждым днем. В данной статье будет рассматриваться два основных метода обучения искусственного интеллекта: обучение с учителем и обучение без учителя, а также будет проведен сравнительный анализ двух методов, раскрытие слабых и сильных сторон каждого из методов. Актуальность исследования заключается в необходимости выбора наиболее эффективного метода в обучении ИИ, который будет способен решать сложные задачи в условиях ограниченных данных или в отсутствии примеров для решения. Обширные знания в области обучения искусственного интеллекта позволит специалистам создавать более совершенные и адаптируемые к реальным условия системы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, методы обучения ИИ, обучение с учителем, обучение без учителя.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TEACHING METHODS

Lazareva Alina Marselevna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
alinalazarewa@yandex.ru

Abstract. In the modern world, when artificial intelligence is gaining more and more popularity and penetrating into more and more areas of life, the need to understand how AI is trained is becoming more and more important every day. This article will consider two main methods of training artificial intelligence: learning with a teacher and learning without a teacher, and will also conduct a comparative analysis of the two methods, revealing the strengths and weaknesses of each method. The relevance of the study lies in the need to select the most effective method in training AI, which will be able to solve complex problems in conditions of limited data or in the absence of examples for solution. Extensive knowledge in the field of training artificial intelligence will allow specialists to create more advanced systems that are adaptable to real conditions.

Keywords: artificial intelligence, AI learning methods, supervised learning, unsupervised learning.

Обучение с учителем. Это один из распространенных методов обучения ИИ. Это подход к машинному обучению, в котором алгоритму дается как большой набор исходных данных, так и решение к этим данным. Данный алгоритм можно сравнить с обучением ребенка различать разным предметам. Показывая на предмет и говоря его название, ребенок с каждым разом все лучше и лучше будет понимать различия между предметами. Аналогично ребенку алгоритм видит предметы и получает готовые названия к ним.

В основе данного алгоритма лежит построение модели, которая будет способна предсказать решение для новых, ранее не изученных данных. В первую очередь алгоритм анализирует полученный набор данных, пытаясь выявить закономерности и связи между данными, полученными на входе и решениями на выходе. На полученных закономерностях алгоритм создает математическую модель, которая будет прогнозировать решения уже для нового набора данных.

Качество обучения напрямую зависит от качества и количества полученных данных для обучения, чем лучше подготовленная база для обучения, тем лучше модель обучена. Перед обучением модели необходимо человеку самому обработать большие объемы данных. Недостаточное количество данных или наличие ошибки в ней может привести к снижению точности в предсказании, а так в последствии к переобучению или дообучению модели. Модель отправляют на переобучение в том случае если она отказывается принимать новые данные для анализа. Недообученные модели – это модели, которые очень упрощены и не могут заметить важные закономерности в больших объемах данных.

На данный момент существует множество алгоритмов, которые используют для обучения модели. К ним относят: линейная регрессия, логистическая регрессия, поддержка векторов, деревья решений, случайные леса и нейронные сети. Для выбора одного из алгоритмов необходимо отталкиваться от задачи, типа данных для анализа и от желаемой точности предсказания.

Преимущества:

1. Наличие высокой точности в прогнозировании;
2. наличие контроля в процессе обучения;
3. применяется в широком спектре;
4. есть возможность расширять данные для дообучения;
5. наличие оценки производительности алгоритма.

Недостатки:

1. Сложность в масштабировании;
2. проблема в доступности данных для обучения;

3. прогнозирование зависит от правильно подобранных данных и методов обучения;

4. ограниченность в закономерностях, так как они расположены только в пределах набора для обучения;

5. высокая стоимость.

Обучение без учителя. Это еще один популярный метод обучения искусственного интеллекта. Суть данного метода заключается в обучении алгоритма на данных, которые без предварительной обработки данных и разделенных категорий. В отличие от обучения с учителем, в котором дается как входные, так и выходные данные, в данном методе алгоритм сам пытается выделить структуры, закономерности и особенности полученных данных. Суть данного метода в группировке данных и выявление аномалий в данных, а также попытки структурировать данные при этом не имея готовых ответов.

Задачи, которые решаются с помощью обучения без учителя. К ним относят: кластеризацию данных, уменьшение размерности и поиск аномалий. Рассмотрим каждую задачу по отдельности. Кластеризация — это процесс объединения данных в группы схожих по различным признакам, в зависимости от поставленной задачи. При этом должно выполняться правило: объекты одного кластера должны быть схожи друг на друга, но при этом сами кластеры должны быть максимально разными. Уменьшение размерности – это процесс преобразования данных с целью сокращения количества переменных в данных, но при этом стараясь сохранить информативность. Это необходимо для упрощения визуализации данных с высокой размерностью. Обнаружение аномалий – этот метод фокусируется на поиске данных, которые очень отличаются от всех остальных. Данный метод поможет быть полезным для обнаружения мошеннических транзакций, для поиска и выявления дефектов на производстве, а также он помогает для обнаружения неисправностей в системах.

Искусственный интеллект, который обученный без учителя, учувствует во многих областях нашей жизни. Например: анализ данных, обработка изображений и естественного языка, а так же в биоинформатике. Применение данного метода позволяет найти все скрытые закономерности и структуры данных. Но у него есть существенный недостаток, а именно полученные результаты обучения без учителя требуют дальнейшего анализа и проверки экспертами. Это связано с отсутствием правильные решения, которые могли подтвердить правильность решений.

Преимущества:

1. Не нужен размеченный набор данных;

2. сокращает размерность данных;

3. поиск аномалий;

4. помогает выявить скрытые закономерности.

Недостатки:

1. Отсутствие четких результатов, так как нет готовых решений;
2. тратит много ресурсов;
3. полная зависимость от качества используемых признаков;
4. могут возникать проблемы в переобучении модели.

Сравнение двух методов.

Обучении с учителем и без него являются одними из основных методов развития искусственного интеллекта. При этом каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, а также направлены на достижение разных результатов. Обучение с учителем использует обработанные данные с уже имеющимся решением и обработанными данными, с целью научится прогнозировать для нового набора данных. Данный метод гарантирует высокую точность, но при этом требует огромные затраты на подготовку. Обучение без учителя заключается в анализе необработанных ранее данных, с целью поиска скрытых закономерностей. Данный метод более экономичен, но при этом результат менее точен и требует дальнейшей доработки.

Выбор метода для обучения искусственного интеллекта напрямую зависит от доступных ресурсов и от поставленных задач. Для работы с четкими критериями эффективнее выбрать метод обучения с учителем. Для работы по анализированною данных подходит метод обучения без учителя.

Источники

1. Душкин, Р.В. Искусственный интеллект/ Р.В. Душкин.- Москва: ДМК Пресс, 2019. -280 с.

2. Марманис, Х. и др. Алгоритмы интеллектуального Интернета. Передовые методики сбора, анализа и обработки данных / Х.Марманис, Д. Бабенко; пер. с англ. – Санкт-Петербург6 Символ-Плюс, 2011. – 480 с.

3. Рассел, Стюарт и др. Искусственный интеллект: современный подход. Т. 1. Решение проблем. Знаний и рассуждения / С. Рассел, П. Норвиг; пер. с англ. – Изд. 4-е. – Санкт-Петербург: Вильямс, 2021. – 704 с.

4. Саттон, Р.С. Обучение с подкреплением / Р.С. Саттон, Э.Г. Барто; пер. с англ. А.А. Слинкин. – Москва: ДМК Пресс, 2020.

УДК 004.891.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ КОХОНЕНА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Лёзина Ирина Викторовна, Яшин Даниил Юрьевич
Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, г. Самара, Россия
lezina.iv@ssau.ru, dyashin36@gmail.com

Аннотация. В работе исследуется применение гибридной сети Кохонена для решения задачи классификации заболеваний сердечно-сосудистой системы. Сеть состояла из слоя Кохонена и однослойного перцептрона. Общий объём используемого набора данных составил 1200 записей. Классификация проводилась по четырём диагнозам: нормальный синусовый ритм (NSR), аритмия (ARR), мерцательная аритмия (AFF) и сердечная недостаточность (CHF). В статье рассматриваются алгоритм самообучения и алгоритм наискорейшего спуска.

Ключевые слова: нейронная сеть Кохонена, однослойный перцептрон, электрокардиография, самообучение, алгоритм наискорейшего спуска.

APPLYING THE HYBRID KOHONEN NEURAL NETWORK TO SOLVE THE PROBLEM OF CLASSIFYING DISEASES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

Lyozina Irina Viktorovna, Yashin Daniil Yurievich
Samara National Research University, Samara, Russia
lezina.iv@ssau.ru, dyashin36@gmail.com

Abstract. The paper describes the using of the Kohonen hybrid network to solve the problem of classifying diseases of the cardiovascular system. The network consisted of a Kohonen layer and a single-layer perceptron. The total amount of the dataset used consists of 1,200 records. The classification was designed according to four diagnoses: normal sinus rhythm (NSR), arrhythmia (ARR), atrial fibrillation (AFF) and congestive heart failure (CHF). The article analyzes a self-learning algorithm and a gradient descent algorithm.

Keywords: Kohonen Neural Network, single-layer perceptron, ECG, selflearn, gradient descent algorithm.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, заболевания сердечно-сосудистой системы (ССЗ) являются наиболее распространённой причиной смерти в мире [1]. Выявление нарушений работы сердечно-сосудистой системы на ранних этапах заболевания – важная медицинская

задача, полезным и эффективным методом решения которой может стать применение машинного обучения и искусственных нейронных сетей.

Согласно [2], к началу 2025 года были разработаны различные информационные системы на основе искусственных нейронных сетей, обладающие высокой точностью классификации. В [3] и [4] приведены сведения об архитектурах на основе глубокого обучения и сверточных сетей с применением механизма двунаправленной долгой краткосрочной памяти (BiLSTM). Максимальная точность диагностики в данных работах – 93,75%.

Стоит отметить, что работа с сетями глубокого обучения или сверточными нейронными сетями может требовать серьёзных вычислительных ресурсов. Альтернативой могла бы послужить искусственная нейронная сеть Кохонена, архитектура которой была разработана с целью классификации различных данных на основе самообучения. Подробное описание архитектуры нейронной сети Кохонена приведена в [5].

Нейронная сеть Кохонена является самообучающейся и относится к сетям с самоорганизацией на основе конкуренции. Нейроны данной сети организуются в решетку, одномерную или двумерную. Для решения задачи классификации заболеваний сердечно-сосудистой системы была выбрана архитектура одномерной решётки и тип обучения WTA.

В качестве исходных данных для обучения был использован датасет из открытых источников. Использованный набор данных содержит 1200 записей электрокардиографии, каждая из которых ассоциирована с одним из четырех диагнозов – аритмией (ARR), фибрилляцией предсердий (AFF), сердечной недостаточностью (CHF) и нормальным синусовым ритмом (NSR). Каждая запись представлена вектором из 54 численных параметров электрокардиограммы, характеризующих длительности различных её участков – зубцов, сегментов и интервалов.

В рамках созданной архитектуры, каждый нейрон содержит собственный вектор данных того же размера, что и входной. При поступлении на вход сети вектора происходит поиск нейрона, расстояние от вектора которого до входного вектора является наименьшим. В качестве меры расстояния была использована Евклидова мера. При определении вектора, расстояние до которого наименьшее (нейрона-победителя), происходит коррекция значений вектора нейрона

Важно заметить, что, так как обучение сети происходит без учителя, каждый нейрон обучается на векторах, ассоциированных с различными диагнозами, поэтому для классификации важно учитывать, сколько векторов, на которых обучался нейрон, ассоциировалось с тем или иным диагнозом. Также стоит отметить, что наиболее эффективной в рамках данной задачи является структура с динамически изменяемым на этапе создания сети числом нейронов.

Несмотря на эффективность описанной архитектуры и архитектуры нейронной сети Кохонена в целом, точность её работы может быть улучшена посредством обучения с учителем. Одним из способов внедрения обучения с учителем является совмещение самообучающейся нейронной сети Кохонена с обучающейся с учителем нейронной сети. В [5] для повышения точности предлагается соединить выходы сети Кохонена с входами однослойного перцептрона. Полученная архитектура называется гибридной сетью Кохонена.

Архитектура перцептрона и алгоритмы его обучения хорошо изучены и описаны во многих источниках, например, в [6]. Данная архитектура содержит три слоя: входной, имитирующий сенсоры, реагирующие на внешние возмущения, скрытый и выходной. В рамках данной работы использовался полносвязный однослойный перцептрон, то есть такой, в котором каждый нейрон скрытого слоя связан с каждым нейроном входного и выходного слоёв.

Обучение однослойного перцептрона происходило в соответствии с алгоритмом наискорейшего спуска, учитывающего также значение изменения веса на предыдущей итерации алгоритма.

Число нейронов выходного слоя во всех проводимых экспериментах равнялось четырём, так как в наборе данных записи относятся к одному из четырёх диагнозов. В качестве входного вектора для перцептрона подавался вектор нормализованных значений, полученных путём преобразования евклидовых расстояний от входного вектора до каждого из классов сети в число от 0 до 1.

Данное преобразование позволяет подать на вход перцептрона нормализованные данные, отражающие положение входного вектора гибридной сети относительного каждого нейрона сети Кохонена.

Для исследования эффективности классификации была создана сеть Кохонена, содержащая 28 классов и обладающая точностью классификации 83%. Точность классификации записей, ассоциированных с каждым из диагнозов, приведена в табл. 1. Объём классификационной выборки составил 400 записей.

Таблица 1. Точность классификации созданной сети Кохонена

Диагноз	ARR	AFF	CHF	NSR	Общая
Точность,%	74	69	89	100	83

В рамках экспериментов создавался второй модуль гибридной сети – однослойный перцептрон. Данные, отражающие максимальную точность классификации гибридной сетью при различных параметрах перцептрона, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Точность классификации гибридной сетью при различных параметрах обучения перцептрона

Число эпох обучения перцептрона	Число нейронов скрытого слоя			
	5	10	15	20
300	92,25%	92,5%	92%	92,75%
350	92,25%	92,75%	92,5%	92,75%
400	92,25%	92,75%	92%	93%
450	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%
500	92,25%	92,75%	92,5%	93,25%

Далее, сеть Кохонена была обучена алгоритмом самообучения на выборке, содержащей 300 записей. Результаты самообучения приведены в табл. 3. По завершению самообучения, были повторены эксперименты по созданию перцептрона и тестированию гибридной сети. Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 3. Точность классификации самообученной сети Кохонена

Диагноз	ARR	AFF	CHF	NSR	Общая
Точность,%	96	59	88	100	85,75

Таблица 4. Точность классификации гибридной сетью, созданное на основе самообученной сети, при различных параметрах обучения перцептрона

Число эпох обучения перцептрона	Число нейронов скрытого слоя			
	5	10	15	20
300	92,5%	91,75%	92%	91,5%
350	92,5%	92,5%	91,75%	92,75%
400	92,5%	92,75%	93,25%	94%
450	91,75%	92,5%	93%	93%
500	92,75%	93,75%	93,25%	93%

На основе приведенных таблиц можно сделать вывод, что гибридная сеть Кохонена имеет более высокую точность распознавания по сравнению с обычной, даже самообученной сетью Кохонена, при этом предварительное саммобучение сети незначительно повышает точность. Максимальное значение точности – 94%, получено для перцептрона с 20 нейронами скрытого слоя, обучавшегося на протяжении 400 эпох обучения. Точность классификации сетью каждого из диагнозов приведена в табл. 5.

Таблица 5. Точность классификации гибридной сети Кохонена с максимальной общей точностью

Диагноз	ARR	AFF	CHF	NSR	Общая
Точность,%	100	80	96	100	94

На основе сравнения таблиц 3 и 5 можно сделать вывод, что использование однослойного перцептрона не только повысило общую точность классификации до 94%, но и значительно повысило точность диагностики AFF, исправив ошибки классификации сетью Кохонена. Таким образом, применение гибридной нейронной сети Кохонена для классификации заболеваний сердечно-сосудистой системы эффективно.

Источники

1. Сердечно-сосудистые заболевания [Электронный ресурс]. https://www.who.int/ru/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1 (дата обращения: 11.03.2025).

2. Mohammed A. Chowdhury., Rodrigue Rizk., Conroy Chiu. The Heart of Transformation: Exploring Artificial Intelligence in Cardiovascular Disease // Biomedicines. 2025, Т. 13(2), С. 427.

3. Hiren Mewada., Ivan Miguel Pires. Electrocardiogram Signal Classification Using Lightweight DNN for Mobile Devices // Procedia Computer Science. 2023. Т. 224. С. 558-564.

4. Jinyong Cheng, Qingxu Zou, Yunxiang Zhao. ECG signal classification based on deep CNN and BiLSTM // BMC Medical Informatics and Decision Making. 2021. Т 365.

5. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст]: Осовский С.: Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.

6. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст]: С. Хайкин; пер. с англ. Н.Н. Куссуль и А.Ю. Шелестовой, ред. Н.Н. Куссуль. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.:ил.

УДК 004.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТЕХНОЛОГИЯХ ПЕРЕВОДА: ПРЕИМУЩЕСТВА, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ленько Даниил Михайлович, Артамонова Екатерина Валерьевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
daniil8543@mail.ru, artamonova_ek@mail.ru

Аннотация. Искусственный интеллект (ИИ) оказывает значительное влияние на сферу автоматического перевода, обеспечивая высокую точность и скорость обработки текстов. Внедрение нейросетевых технологий позволило создать современные системы машинного перевода (МП), которые способны адаптироваться к контексту и стилистическим особенностям текста. В данной статье рассматриваются ключевые достижения в области ИИ-перевода, его преимущества и ограничения, а также перспективы дальнейшего развития. Анализируются основные методы машинного перевода, включая статистический, нейросетевой и гибридный подходы. Приведены примеры успешного применения ИИ в профессиональной лингвистике и бизнесе.

Ключевые слова: машинный перевод, искусственный интеллект, нейронные сети, лингвистика, автоматизация перевода.

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TRANSLATION TECHNOLOGIES: BENEFITS, CHALLENGES, AND PROSPECTS

Lenko Daniil Mikhailovich, Artamonova Ekaterina Valerievna
KSPEU, Kazan, Russia
daniil8543@mail.ru, artamonova_ek@mail.ru

Abstract. Artificial intelligence (AI) significantly influences the field of automatic translation by providing high accuracy and processing speed. The integration of neural network technologies has led to the development of modern machine translation (MT) systems capable of adapting to context and stylistic features. This article examines key advancements in AI translation, its advantages and limitations, and prospects for further development. The main machine translation methods, including statistical, neural, and hybrid approaches, are analyzed. Examples of successful AI applications in professional linguistics and business are provided.

Keywords: machine translation, artificial intelligence, neural networks, linguistics, translation automation.

Использование искусственного интеллекта (ИИ) в технологиях перевода становится важнейшим направлением в области обработки естественного языка (NLP). Этот процесс особенно актуален в условиях глобализации, когда требуется быстрый и точный перевод больших объемов информации между языками с различной структурой и культурным контекстом. Традиционные подходы к переводу, основанные на заранее заданных правилах грамматики и лексики или статистических моделях, таких как перевод на основе фраз (phrase-based machine translation), уже не удовлетворяют современным требованиям из-за ограниченной способности учитывать контекст и сложные языковые конструкции. Например, перевод идиом, таких как английское «kick the bucket» (умереть), или многословных выражений с культурной спецификой требует глубокого понимания языка, что ранее было доступно только профессиональным переводчикам. ИИ, особенно с развитием нейронных сетей, позволяет автоматизировать этот процесс, сокращая время перевода и повышая его качество [1, 2].

Одним из главных преимуществ ИИ в переводе является способность к обучению на больших объемах данных. Современные системы, такие как Google Translate или DeepL, используют архитектуры глубокого обучения, включая трансформеры (Transformers), которые анализируют целые предложения, а не отдельные слова или фразы. Это позволяет учитывать синтаксические зависимости и семантические связи. Например, при переводе предложения «The project was completed ahead of schedule despite numerous challenges» с английского на русский система может автоматически выбрать правильный порядок слов и передать значение «несмотря на многочисленные трудности», а не дословно переводить каждое слово. Кроме того, технологии обработки больших данных дают возможность адаптировать перевод под конкретные домены – юриспруденцию, медицину или IT – за счет обучения на специализированных текстах.

Процесс внедрения ИИ в переводческие технологии начинается с подготовки данных: собираются параллельные корпуса текстов (оригиналы и их переводы), которые используются для обучения моделей. Затем выбирается подходящая архитектура – например, рекуррентные нейронные сети (RNN) для последовательного анализа или трансформеры для параллельной обработки. После этого система тестируется на стандартных наборах данных, таких как WMT (Workshop on Machine Translation), и сравнивается с человеческим переводом по метрикам BLEU или TER. Если точность оказывается достаточной, модель дообучается на специфических задачах, таких как перевод технической документации или субтитров к фильмам.

Обучение персонала также играет важную роль. Лингвисты и разработчики, привыкшие к традиционным методам, должны освоить основы

работы с ИИ – от подготовки данных до интерпретации результатов. Для этого рекомендуется проводить тренинги, включающие как теорию (принципы работы нейронных сетей), так и практику (настройка моделей в таких инструментах, как TensorFlow или PyTorch). Кроме того, системы должны поддерживать динамическое обновление: если пользователь указывает на ошибку в переводе фразы «artificial intelligence» как «искусственный разум» вместо «искусственный интеллект», модель должна скорректировать свой алгоритм.

Однако внедрение ИИ сталкивается с рядом вызовов. Сложность языковых структур, таких как полисемия (многозначность слов) или редкие диалекты, требует значительных вычислительных ресурсов. Например, перевод с японского на английский может быть затруднен из-за различий в грамматике и отсутствия явных подлежащих в предложениях. Для решения этой проблемы используются облачные платформы, такие как AWS или Google Cloud, обеспечивающие масштабируемость. Качество исходных данных также критично: если параллельные корпуса содержат ошибки, модель будет воспроизводить их в переводах. Совместимость с существующими системами, например CAT-инструментами (Computer-Assisted Translation), может быть ограничена, особенно при использовании устаревшего ПО. Наконец, недостаток специалистов, разбирающихся одновременно в лингвистике и ИИ, замедляет прогресс.

Для повышения эффективности предлагаются следующие стратегии. Во-первых, начинать с пилотных проектов, например, перевода коротких текстов на популярных языковых парах (английский-испанский). Во-вторых, применять модульный подход: разделить процесс на этапы – анализ текста, генерация перевода и постредактирование. В-третьих, использовать облачные решения для ускорения обработки данных. В-четвертых, регулярно обновлять модели в соответствии с новыми лингвистическими стандартами. Наконец, сотрудничать с разработчиками платформ, таких как Hugging Face, для создания кастомизированных решений.

Примером успешного применения ИИ является перевод медицинских текстов в рамках проекта Европейского союза по унификации терминологии. Использование модели на базе трансформеров сократило время перевода инструкций к оборудованию с двух недель до трех дней, повысив точность на 15 %. Другой пример – автоматический перевод субтитров для стриминговой платформы с английского на корейский, где система учла культурные особенности и сократила количество ошибок в идиомах на 20 % [3].

Тем не менее, технологии перевода с ИИ требуют постоянного развития [6, 7]. Анализ результатов и обратная связь от пользователей позволяют улучшать модели. Например, если перевод термина «cloud computing» как

«облачные вычисления» не соответствует ожиданиям в IT-контексте, система обновляется. Интеграция с другими технологиями, такими как системы распознавания речи, открывает перспективы для реального времени перевода устной речи, что важно для международных конференций.

В заключение, использование ИИ в технологиях перевода – это мощный инструмент, который меняет подходы к коммуникации, ускоряя процессы и повышая качество. Успех зависит от выбора подходящих моделей, качества данных, подготовки специалистов и постоянной адаптации [8]. ИИ в переводе – это не конечный результат, а непрерывный процесс, открывающий новые возможности для глобального взаимодействия.

Источники

1. Васильев, А. П. Применение нейронных сетей в машинном переводе // Вестник современных технологий. 2023. № 5. С. 12-18.

2. Пырнова, О. А. Эффективные способы изучения английского языка / О. А. Пырнова // Тенденции развития науки и образования. 2023. №94-1. С. 146-148.

3. Ким, Ю. С. Трансформеры в обработке естественного языка / Ю. С. Ким // Журнал лингвистических исследований. 2022. № 3. С. 89-94.

4. Петрова, О. Н. Облачные технологии в переводческих системах / О. Н. Петрова // Сборник трудов конференции «Инновации в ИИ». СПб.: СПбГУ, 2023. С. 33-39.

5. Иванов, Д. А. Интеграция ИИ в CAT-инструменты // Труды симпозиума «Будущее перевода». Казань: КГЭУ, 2024. С. 67-72.

6. Силкина О.Ю., Зарипова Р.С. Использование искусственного интеллекта в области онлайн-перевода // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т.2. С. 536-540.

7. Дыдалин Г.Д., Хамидуллин А.И., Зарипова Р.С. Интеллектуальная система распознавания иероглифов как инструмент для изучения языков // Казанская наука. 2025. № 3. С. 283-285.

8. Юсупова Д.Р., Зарипова Р.С. Профессиональное саморазвитие студентов с использованием современных информационных технологий на уроках иностранного языка // XXIV Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета. Нижневартовск, 2022. С. 595-599.

УДК 004

МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ

Лобанова Анна Сергеевна, Денисенко Вера Константиновна, Ивашкова Дарья Васильевна
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
lobanovaas@mpei.ru, denisenkovk@mpei.ru, ivashkovadarv@mpei.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы применения искусственного интеллекта (ИИ) для автоматизации бизнес-процессов организаций. Исследование направлено на анализ ключевых технологий ИИ, таких как машинное обучение, обработка естественного языка (NLP) и компьютерное зрение, а также их интеграцию в различные сферы бизнеса, включая управление цепочками поставок, обслуживание клиентов и аналитику данных. Предложена классификация методов автоматизации на основе их эффективности и сложности внедрения. В работе также обсуждаются практические кейсы использования ИИ в крупных компаниях и перспективы развития данной области.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, автоматизация бизнес-процессов, машинное обучение, NLP, компьютерное зрение, управление цепочками поставок, аналитика данных, оптимизация процессов.

METHODS OF APPLYING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO AUTOMATE BUSINESS PROCESSES OF AN ORGANISATION

Lobanova Anna Sergeevna, Denisenko Vera Konstantinovna, Ivashkova Darya Vasilievna
MPEI, Moscow, Russia
lobanovaas@mpei.ru, denisenkovk@mpei.ru, ivashkovadarv@mpei.ru

Abstract. This article examines current methods of applying artificial intelligence (AI) to automate the business processes of organisations. The study aims to analyse key AI technologies such as machine learning, natural language processing (NLP) and computer vision, and their integration into various business domains including supply chain management, customer service and data analytics. A classification of automation techniques based on their effectiveness and complexity of implementation is proposed. The paper also discusses practical cases of using AI in large companies and the development prospects of this area.

Keywords: Artificial intelligence, business process automation, machine learning, NLP, computer vision, supply chain management, data analytics, process optimisation.

В условиях цифровой трансформации искусственный интеллект

становится ключевым инструментом оптимизации бизнес-процессов. По данным исследования McKinsey [1], более 60% компаний из списка Fortune 500 уже внедрили ИИ-решения в свои операционные процессы, что позволило им сократить затраты на 15-25% и увеличить производительность на 20-35%. Российский рынок также демонстрирует активный рост: как отмечает аналитический центр НИУ ВШЭ [2], объем инвестиций в ИИ-проекты в России в 2023 году превысил 50 млрд рублей, при этом наиболее востребованными оказались решения для автоматизации рутинных операций и аналитики больших данных.

Машинное обучение занимает центральное место в современных системах автоматизации. Алгоритмы ML особенно эффективны в таких областях, как прогнозирование спроса, управление цепочками поставок и персонализация маркетинговых предложений. Согласно исследованию Harvard Business Review Russia [3], компании, внедрившие ML-решения, отмечают увеличение точности прогнозов на 30-40% по сравнению с традиционными методами. В России ярким примером успешного применения машинного обучения является опыт Сбербанка, который, как пишет издание "Ведомости" [4], использует ИИ-алгоритмы для анализа кредитных рисков и выявления мошеннических операций, что позволило сократить финансовые потери на 18% за последний год.

Особый интерес для бизнеса представляют технологии обработки естественного языка (NLP). Как отмечает журнал "Искусственный интеллект" [5], современные NLP-системы способны не только обрабатывать клиентские запросы, но и анализировать эмоциональную окраску сообщений, что значительно повышает качество обслуживания. В России лидером по внедрению NLP-решений стал Тинькофф Банк, который, согласно публикации в "Коммерсанте" [6], автоматизировал до 80% обработки клиентских обращений с помощью ИИ-чатботов, сократив время ответа с 10 минут до 30 секунд.

Компьютерное зрение открывает новые возможности для автоматизации в промышленности и ритейле. Системы на основе этой технологии позволяют автоматизировать контроль качества на производстве, оптимизировать процессы логистики и даже анализировать поведение покупателей в торговых залах. По данным исследования PwC Russia [7], внедрение компьютерного зрения на промышленных предприятиях позволяет сократить количество брака на 25-30% и повысить общую эффективность производства на 15-20%.

Роботизация бизнес-процессов (RPA) в сочетании с ИИ создает принципиально новые возможности для автоматизации. Как показывает практика, такие системы особенно эффективны в финансовом секторе и бухгалтерии, где позволяют автоматизировать до 70% рутинных операций.

Интересный кейс представлен в исследовании РАНХиГС [8], где подробно описывается опыт внедрения RPA в одном из крупных российских банков, что позволило сократить время обработки платежей с 2 дней до 2 часов.

Перспективы развития ИИ в бизнесе, по мнению экспертов, связаны с несколькими ключевыми направлениями. Во-первых, это развитие предиктивной аналитики, которая позволит компаниям не только реагировать на изменения, но и прогнозировать их. Во-вторых, создание автономных бизнес-систем, способных принимать решения без постоянного вмешательства человека. Как отмечает профессор МГУ А.А. Иванов в своей монографии "Цифровая трансформация бизнеса" [9], основная сложность на текущем этапе заключается не столько в разработке ИИ-алгоритмов, сколько в их интеграции с существующими бизнес-процессами и корпоративными системами.

Источники

1. McKinsey Global Institute. «Искусственный интеллект в глобальном бизнесе: тенденции 2023», 2023. – 120 с.
2. Аналитический центр НИУ ВШЭ. «Рынок ИИ-решений в России: состояние и перспективы», 2023. – 85 с.
3. Harvard Business Review Russia. «Революция машинного обучения в корпоративном секторе». №5, 2023. – 45-52 с.
4. «Ведомости». «Как Сбербанк строит ИИ-экосистему». 15.03.2023
5. Журнал «Искусственный интеллект». «NLP в бизнесе: от чат-ботов к анализу эмоций». №3, 2023. – 22 с.
6. «Коммерсантъ». «ИИ-трансформация клиентского сервиса в Тинькофф». 10.05.2023
7. PwC Russia. «Компьютерное зрение в промышленности», 2023. – 64 с.
8. РАНХиГС. «Автоматизация банковских процессов: опыт внедрения RPA», 2023. – 78 с.
9. Иванов А.А. «Цифровая трансформация бизнеса». М.: Издательство МГУ, 2022. – 320 с.

УДК 004.08

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА НА ПРОДУКЦИЮ КОМПАНИИ

Лобанова Анна Сергеевна, Денисенко Вера Константиновна, Ивашкова Дарья Васильевна
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
lobanovaas@mpei.ru, denisenkovk@mpei.ru, ivashkovadarv@mpei.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы прогнозирования спроса на продукцию компании. Особое внимание уделяется алгоритмам машинного обучения и временным рядам. Приводится практический пример реализации модели прогнозирования на языке Python с использованием библиотек Prophet и scikit-learn. Проведено сравнение точности различных методов на реальных данных, показавшее преимущество комбинированных подходов. Результаты исследования демонстрируют возможность снижения ошибки прогнозирования до 15% по сравнению с традиционными методами.

Ключевые слова: прогнозирование спроса, машинное обучение, временные ряды.

OPTIMIZATION OF DEMAND FORECASTING METHODS FOR COMPANY PRODUCTS

Lobanova Anna Sergeevna, Denisenko Vera Konstantinovna, Ivashkova Darya Vasilievna
MPEI, Moscow, Russia
lobanovaas@mpei.ru, denisenkovk@mpei.ru, ivashkovadarv@mpei.ru

Abstract. The article examines modern methods of demand forecasting for company products. Special attention is paid to machine learning algorithms and time series analysis. A practical example of implementing a forecasting model in Python using Prophet and scikit-learn libraries is provided. A comparison of the accuracy of different methods on real data demonstrates the advantage of combined approaches. The research results show the possibility of reducing forecasting error by up to 15% compared to traditional methods.

Keywords: demand forecasting, machine learning, time series.

Актуальность задачи прогнозирования спроса обусловлена ее прямым влиянием на ключевые бизнес-процессы: управление запасами, логистику и производственное планирование. В условиях высокой капиталоемкости промышленного производства и жестких требований к точности планирования традиционные методы прогнозирования спроса, такие как экспоненциальное сглаживание и ARIMA, демонстрируют ограниченную эффективность. Основные проблемы заключаются в неспособности этих методов адекватно учитывать нелинейные зависимости, взаимовлияние факторов и изменяющуюся рыночную динамику [3].

В статье представлен оптимизированный подход к прогнозированию спроса, специально адаптированный для промышленного сектора. В ходе исследования была разработана гибридная модель, сочетающая преимущества модифицированного статистического подхода SARIMAX и современных алгоритмов машинного обучения на базе LightGBM [2].

Практическая реализация подхода включает три ключевых этапа: предобработку промышленных данных с учетом их специфики (пропуски из-за остановок производства, дискретные поставки), оптимизацию гиперпараметров с использованием байесовского подхода через библиотеку Optuna, и комплексную оценку качества с применением специализированных метрик для промышленности (WMAPE, PBF, SE). Предложенный каскадный алгоритм обработки данных включает базовый прогноз SARIMAX, коррекцию остатков через LightGBM и финальное ансамблирование результатов [1]. Модификация SARIMAX включает учет внешних регрессоров, автоматический подбор параметров и механизмы адаптации к аномалиям. Ниже представлен пример кода на Python, реализующий модель SARIMAX(p,d,q)(P,D,Q)s:

```
from statsmodels.tsa.statespace.sarimax import SARIMAX
model = SARIMAX(
    endog=data['sales'],
    exog=data[['price', 'marketing']],
    order=(1,1,1),
    seasonal_order=(1,1,1,12)
)
results = model.fit()
```

Особое внимание уделено композитной модели машинного обучения, где применены продвинутые техники feature engineering, регуляризации и кастомные функции потерь. Ниже представлен пример кода на Python, реализующий композитную модель на базе LightGBM:

```
import lightgbm as lgb
params = {
    'objective': 'quantile',
    'metric': 'quantile',
    'alpha': 0.5,
    'num_leaves': 31,
    'learning_rate': 0.05
}
lgb_model = lgb.LGBMRegressor(**params)
lgb_model.fit(X_train, y_train)
```

Результаты тестирования на данных предприятия, табл. 1.

Таблица 1. Результаты тестирования

Метод	WMAPE (%)	PBF	SE (%)	Время (ч)
Наивный прогноз	34.2	0.62	28.7	0.1
SARIMA	26.8	0.51	19.3	3.5
LightGBM	22.4	0.47	15.2	1.2
Предложенный метод	19.6	0.39	12.8	4.7

Тестирование на реальных данных машиностроительного предприятия показало значительное преимущество гибридного подхода [4]. По сравнению с наивным прогнозом ошибка WMAPE снизилась с 34.2% до 19.6%, а показатель PBF улучшился с 0.62 до 0.39. При этом предложенный метод демонстрирует лучшую адаптацию к сезонности, более точный учет технологических ограничений и повышенную устойчивость к шумам данных, характерным для промышленных предприятий.

Разработанный метод позволяет не только снизить ошибки прогнозирования на 27-42%, но и существенно улучшить точность планирования производства, что в конечном итоге приводит к минимизации логистических издержек. Перспективными направлениями дальнейших исследований видятся интеграция с IoT-платформами для сбора данных в реальном времени, разработка механизмов оперативного прогнозирования и учет геополитических факторов, оказывающих все большее влияние на промышленное производство.

Таким образом, представленный в работе гибридный подход к прогнозированию спроса предлагает промышленным предприятиям эффективное решение, сочетающее надежность статистических методов с гибкостью и адаптивностью современных алгоритмов машинного обучения. Практическая реализация на Python с использованием таких библиотек как statsmodels, LightGBM и Optuna делает предложенное решение доступным для внедрения в производственных условиях.

Источники

1. Дьяконов В.П. Машинное обучение. Большая книга примеров на Python. М.: Эксмо, 2023. 576 с.

2. Методические рекомендации «Прогнозирование производственных показателей» / Под ред. В.П. Иванова. – М.: НИИ Статистики, 2023. 215 с.

3. Смирнова И.А. «Применение гибридных моделей для прогнозирования спроса» // Искусственный интеллект и принятие решений. 2022. 28 с.

УДК 004

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗЮМЕ ПРИ ПОДБОРЕ ПЕРСОНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Луговая Татьяна Евгеньевна, Рябов Игорь Дмитриевич, Денисенко Вера Константиновна
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
lugovyaty@mpei.ru

Аннотация. В статье рассматривается разработка системы автоматизированного анализа резюме на основе языковой модели, предназначенной для оптимизации процесса подбора персонала. Система обеспечивает глубокий семантический анализ текстов резюме с учетом контекста и требований вакансии, автоматическую проверку реальных навыков через интеграцию с внешними платформами, а также формирование объяснимых рекомендаций для HR-специалистов. Особое внимание уделяется адаптивности решения за счет механизма дообучения модели на данных конкретных компаний и снижению предвзятости при отборе. Реализация на Python-стеке демонстрирует возможность масштабирования системы для работы с большими объемами данных. Ключевое преимущество предложенного подхода – сочетание точности машинного анализа с практической полезностью для рекрутеров, что подтверждается экспериментальными результатами сравнения с существующими ATS-платформами.

Ключевые слова: Анализ резюме, автоматизированный подбор персонала, интеллектуальные информационные системы, искусственный интеллект в HR, обработка естественного языка (NLP), модели глубокого обучения, DeepSeek-V3, парсинг внешних данных, принятие решений в рекрутинге, адаптивные алгоритмы отбора, дообучение моделей, веб-приложение для рекрутинга.

AUTOMATED RESUME ANALYSIS FOR PERSONNEL SELECTION USING INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS

Lugovaia Tatiana Evgenevna, Ryabov Igor Dmitrievich, Denisenko Vera Konstantinovna
MPEI, Moscow, Russia
lugovyaty@mpei.ru

Abstract. The article deals with the development of a system of automated CV analysis based on a language model, designed to optimise the recruitment process. The system provides deep semantic analysis of CV texts taking into account the context and requirements of the vacancy, automatic verification of real skills through integration with external platforms, as well as the formation of explainable recommendations for HR-specialists. Particular attention is paid to the adaptability of the solution through a mechanism of pre-training the model on company-specific data and reducing selection bias. The implementation on the Python stack demonstrates the possibility of scaling the system to work with large amounts of data. The key advantage of the

proposed approach is the combination of accuracy of machine analysis with practical usefulness for recruiters, which is confirmed by experimental results of comparison with existing ATS-platforms.

Keywords: Resume analysis, automated recruitment, intelligent information systems, AI in HR, natural language processing (NLP), deep learning models, DeepSeek-V3, external data parsing, decision-making in recruitment, adaptive selection algorithms, model fine-tuning, web-based recruitment application.

Автоматизация анализа резюме и подбора кандидатов с помощью искусственного интеллекта – одно из перспективных направлений в современных HR-технологиях. Системы для рекрутинга и HR ускоряют обработку входных данных и позволяют делать отбор более объективным, анализируя также косвенные навыки профессиональной компетентности. Важно отметить, что цель подобных систем – минимизировать рутинные действия, сократить время поиска и помочь сохранить объективность от начала и до конца, а не заменить рекрутера. Принятие решений остается за человеком, которому с помощью искусственного интеллекта проще сохранить объективность при выборе кандидатов [1].

Крупные агрегаторы вакансий, такие как hh.ru, SuperJob, Работа.ру уже внедряют функции, основанные на искусственном интеллекте, в своих системах в качестве дополнения к основному поиску. Недостаток этого подхода заключается в весьма поверхностном анализе, так как контекст ключевых слов часто игнорируется. Также подобный инструмент рекрутер не может настроить под специфику компании.

Популярность набирают российские ATS-платформы (Applicant Tracking System), такие как «Хантфлоу», Potok и FriendWork, позволяющие хранить резюме в облаке. Однако ATS не умеют переходить по ссылкам и смотреть внешние ресурсы, пропуская данные из нестандартных разделов портфолио, например GitHub. Подходящий по требованиям соискатель без достаточного описания своих навыков не будет пропущен системой, на первом этапе ATS отклоняет 75% резюме [2, 3].

Активное развитие получили нишевые AI-стартапы, как правило хорошо выполняющие определенную задачу: парсинг, анализ текста. Подобные решения являются узко специализированными, при попытке расширить их применение возникают проблемы с интеграциями и масштабированием, например, отсутствие API для встраивания в HR-процессы компаний [4].

На данный момент на рынке отсутствует гибкое решение, которое глубоко анализирует резюме с учетом контекста, автоматически проверяет ссылки на GitHub/портфолио и легко интегрируется в существующие HR-системы компаний. Предлагаемая система является решением для автоматического анализа резюме и интеллектуального подбора кандидатов. В

основе реализации современная языковая модель, например DeepSeek-V3, с последующим дообучением для специализированного анализа HR-данных, парсинг внешних ссылок и открытый API для подключения к существующим HR-инструментам.

Подготовительный этап разработки включает в себя формирование датасета резюме, проведение CustDev среди HR-специалистов и разработку методики оценки качества анализа. Результатом будут являться сформированные требования к системе, готовое техническое задание и датасет для обучения модели. Такой подход позволит создать конкурентоспособное решение, соответствующее потребностям рынка [5].

Далее планируется дообучение модели на сформированном датасете, включающем в себя набор данных в формате «резюме – вакансия – решение HR», что позволит системе адаптироваться под область рекрутинга и ее конкретные задачи. Для оценки результативности обучения планируется сравнение метрик модели, таких как Accuracy, F1-score, NDCG (Normalized Discounted Cumulative Gain), на отдельном тестовом наборе данных до дообучения и после него [6].

Для реализации серверной части приложения планируется использовать фреймворк FastAPI для интеграций и бизнес-логики, NLP-ядро с дообучением. Для клиентской части возможно использование JavaScript и фреймворка React для реализации сложных интерфейсов [7]. Основным языком, на котором будет создана логика приложения, является Python, он обладает достаточным набором библиотек и ресурсов. В дальнейшем возможно масштабирование системы с добавлением базы данных PostgreSQL для обеспечения надежного хранения растущего объема резюме и вакансий, ускорения сложных запросов и интеграций с внешними HR-системами.

Эффективность системы определяется не только метриками, но и практической пользой для рекрутеров, поэтому планируется проведение выборочного аудита HR-экспертами для оценки решений модели, удобства использования системы, а также сбора обратной связи для дообучения модели. Подобные аудиты позволят минимизировать различия между алгоритмической и человеческой оценкой по конкретным параметрам, увеличивая практическую пользу системы.

Разрабатываемая система решает ключевые проблемы в современных HR-процессах, она экономит время специалистов на ручной анализ резюме и убирает субъективность на начальном этапе. Также мы уменьшаем риск пропустить хороших кандидатов из-за жестких фильтров и справляемся с ограничениями существующих ATS-платформ, такими как игнорирование контекста и шаблонный парсинг. Ожидается, что система сможет точно определять соответствие кандидата требованиям вакансии, анализируя резюме

и проверяя реальные навыки через GitHub или портфолио, а также настраиваться под особенности компаний с помощью дополнительного обучения. Главная цель – сократить время первичного отбора резюме на 70-80% и повысить качество найма за счет объективной оценки как профессиональных навыков, так и косвенных показателей, например, проектного опыта и потенциала.

Источники

1. Фатеева Н.Б., Петрякова С.В., Чупина И.П., Симачкова Н.Н., Алимарданова Н.А. Искусственный интеллект в HR-процессах // Право и управление. – 2022. – №10.
2. Казанцев Н.А., Абилова Е.В. Современные тенденции развития HR-менеджмента // Общество, экономика, управление. – 2022. – №2.
3. Исследование рынка рекрутинговых систем: функциональность облачных ATS в России // Tadviser URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Исследование_рынка_рекрутинговых_систем:_функциональность_облачных_ATS_в_России (дата обращения: 25.03.2025).
4. AI в HR и как с этим жить // Habr URL: https://habr.com/ru/companies/talenttech/articles/573282/ (дата обращения: 25.03.2025).
5. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению. – 3-е изд. изд. – М.: Русская редакция, 2014. – 736 с.
6. Корнеев К.В., Матыцина Н.П. Искусственный интеллект, его значение и оценка эффективности применения в деятельности организации // Символ науки. – 2023. – №12-1-1.
7. Берьянов М.С., Салахов И.Р., Иванов М.Д. Исследование современного стека REACT разработки в 2022 году // Столыпинский вестник. – 2022. – №8.

УДК 004.89:7.05

ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ПРИ ГЕНЕРАЦИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

Лукьянова О.А., Новикова П.А.
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Россия
olyalukyanova2121@gmail.com, novpol@inbox.ru

Аннотация. В статье рассмотрены возможности использования нейросей при генерации элементов паттерна по заданному запросу. На примере лучшего сгенерированного образца продемонстрированы возможности использования цифровых инструментов при разработке авторских паттернов. Представлены результаты применения созданных дизайн-решений в современном мире.

Ключевые слова: нейросети, генерация, композиционные решения, цифровые инструменты, паттерн, орнамент.

DIGITAL TOOLS AND NEURAL NETWORKS IN GENERATING COMPOSITIONAL SOLUTIONS

Lukyanova O.A., Novikova P.A.
Russian State University named after A. N. Kosygin (Technology. Design. Art), Moscow, Russia
olyalukyanova2121@gmail.com, novpol@inbox.ru

Abstract. The article considers the possibilities of using neural networks when generating pattern elements according to a given request. On the example of the best generated pattern the possibilities of using digital tools in the development of author's patterns are demonstrated. The results of application of the created design solutions in the modern world are presented.

Keywords: neural networks, generation, compositional solutions, digital tools, pattern, ornament.

За последние годы одной из перспективных областей применения искусственного интеллекта (ИИ) стала генерация изображений с помощью нейронных сетей, позволяющая создавать уникальные визуальные решения. Генеративные нейросети являются новым инструментом, освоение и применение которого в области создания орнаментальных композиций открывает новые возможности [1]

Актуальность темы исследования обусловлена стремительным развитием технологий искусственного интеллекта и их интеграцией в творческие

процессы. Современные тенденции компьютерного проектирования орнамента свидетельствуют о том, что использование компьютерных технологий является неотъемлемой частью процесса создания орнамента [2]. В частности, нейросети могут использоваться для создания иллюстраций и других визуальных элементов, что особенно важно в дизайне и текстильной промышленности.

Научная ценность статьи заключается не только в демонстрации возможностей нейронных сетей в дизайне, но и в выявлении их ограничений, что важно для дальнейшего развития технологий, интеграции их в творческие процессы.

Современные информационные технологии позволяют воплощать в реальность любые задумки дизайнера, упрощая работу и сокращая время, затраченное на создание творческого проекта [3]. В отличие от традиционных методов, таких как ручное проектирование в графических редакторах, которые обеспечивают полный контроль над процессом, но требуют больших временных затрат, современные инструменты предлагают более быстрые и эффективные решения.

С появлением нейронных сетей процесс генерации паттернов значительно упростился. Использование нейросетей в дизайне и искусстве предоставляет возможность получения уникальных и оригинальных решений [4]. Они способны быстро анализировать большие наборы данных, включая изображения и текстовые описания и на их основе создавать новые композиционные решения.

Для генерации элементов паттерна в рамках данного исследования были использованы две российские нейронные сети: Шедеврум [5] и Kandinsky [6] (на платформе Fusion Brain). Эти нейросети являются мощными бесплатными инструментами для создания визуального контента, предлагая широкие возможности для дизайнеров и художников.

В обе нейросети был передан промпт: «Цветок лилии в стиле живописи маслом, с детализированными лепестками, мягкими переходами цвета. Живопись крупными мазками на белом фоне». Это описание служит основой для генерации, помогая нейросетям понять, какой результат ожидается.

Сначала по заданному промпту была произведена генерация трижды с помощью нейросети Шедеврум (рис. 1).

Анализируя результаты, можно сделать вывод, что она отлично справилась с передачей текстуры мазков краски, характерной для живописи маслом. Цветок лилии выглядит детализированно, с чётко проработанными элементами.

Далее было протестировано использование нейросети Kandinsky на платформе Fusion Brain. По заданному промпту произведена генерация также три раза. В результате работы ИИ были получены изображения лилии (рис. 2), однако нейросеть не смогла передать структуру мазков масляных красок.

Рис. 1. Результаты генерации элемента паттерна с помощью нейросети Шедеврум: первая генерация (А), вторая генерация (Б), третья генерация (В)

Рис. 2. Результаты генерации элемента паттерна с помощью нейросети Kandinsky: первая генерация (А), вторая генерация (Б), третья генерация (В)

Фон у изображений был удалён (рис. 3) с помощью онлайн-сервиса Photoroom [7]. Этот инструмент позволяет быстро и бесплатно убирать фон, а также редактировать изображения, устраняя ненужные элементы. После обработки изображения лилии стали готовы для создания паттерна.

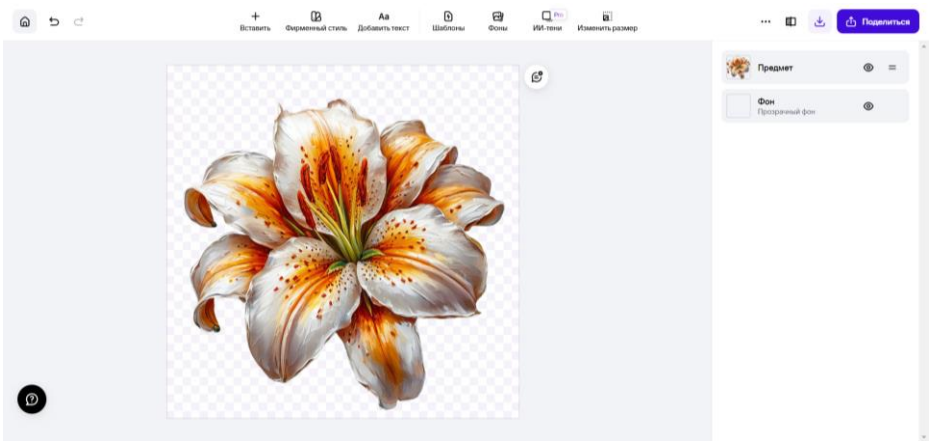


Рис. 3. Удаление фона со сгенерированного рисунка с помощью онлайн-сервиса Photoroom

Далее был использован графический редактор Adobe Illustrator, где одним из основных инструментов для работы с паттернами является функция создания узоров: необходимо выделить объект, который будет использоваться для узора, затем выбрать в меню «Объект»>«Узор»>«Создать». Инструмент позволяет

генерировать повторяющиеся паттерны, предоставляя возможность экспериментировать с различными композициями и сетками (рис. 4).

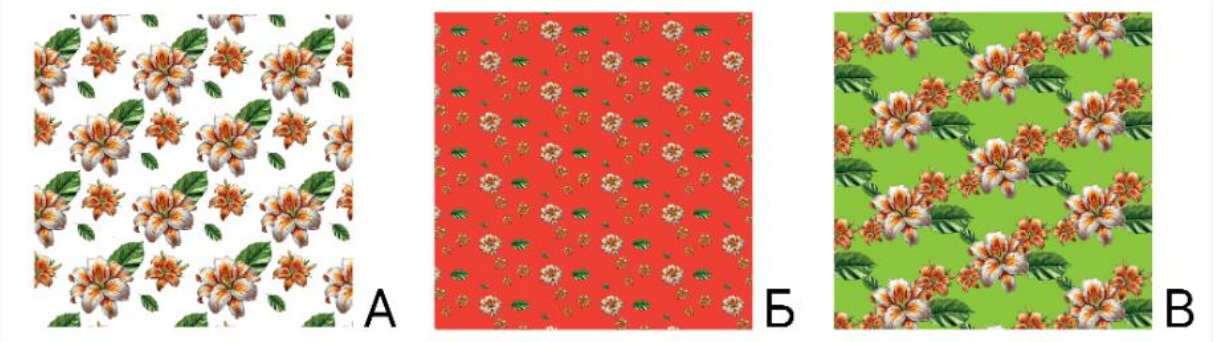


Рис 4. Паттерн на основе шахматной сетки со смещением по строкам (А), паттерн на основе шестиугольной сетки, выстроенной по горизонтальным рядам (Б), паттерн на основе шестиугольной сетки, выстроенной по вертикальным столбцам (В)

Также ради эксперимента была предпринята попытка генерации готовых паттернов из нескольких элементов с использованием нейросетей Шедеврум и Kandinsky (рис. 5). В качестве примера промпта для генерации паттерна был использован следующий запрос: «Бесшовный паттерн из цветков в стиле масляной живописи».

Рис. 5. Результаты генерации цветочного паттерна в Шедеврум (А) и Kandinsky (Б)

Основные выводы проведённого исследования свидетельствуют о том, что нейронные сети, такие как Шедеврум и Kandinsky, представляют собой мощные инструменты для генерации изображений, которые могут значительно ускорить и упростить процесс создания визуального контента. Однако эксперимент по созданию готовых паттернов выявил ограничения нейросетей в генерации бесшовных узоров, что является критически важным требованием для текстильной промышленности.

Созданные композиционные решения на основе сгенерированных элементов могут применяться в различных областях. Например, для декорирования предметов повседневного обихода (рис. 6). Полученные орнаменты могут быть применены не только при разработке дизайна одежды, при украшении предметов быта и иных схожих целях [8]. Также решения могут быть применены для украшения городской среды и общественных пространств.

Рис. 6. Возможное применение полученных паттернов на подушке (А), на кружке (Б), на обложке блокнота (В)

Таким образом, нейронные сети могут эффективно использоваться как вспомогательный инструмент для дизайнеров, ускоряя процесс создания элементов и предоставляя новые идеи, но они пока не способны полностью заменить традиционные методы работы, особенно в задачах, требующих высокой точности и соблюдения технических требований.

Источники

1. Зенина В.С., Новикова П.А., Борзунов Г.И., Использование генеративных нейросетей в создании орнаментальных композиций на примере росписи Гжель // Всероссийский Круглый стол с международным участием «Современные тенденции компьютерного проектирования орнамента»: сборник материалов. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2023. – С. 146-151.

2. Курилов Н.Е., Новикова П.А., Борзунов Г.И., Орнаментальные композиции в стилистике фэнтези как продукт цифровизации // Всероссийский Круглый стол с международным участием «Современные тенденции компьютерного проектирования орнамента»: сборник материалов. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2023. – С. 137-141.

3. Захарова А.Д., Новикова П.А., Каршакова Л.Б., Применение современных информационных технологий для создания авторских орнаментальных розеток» // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской

академии наук: эл. сборник докладов [Электронный ресурс]: Белгород: БГТУ, 2022. – Ч. 19. – С.18-23.

4. Зенина В.С., Новикова П.А., Генерация композиционных решений посредствам нейросети RUDALL-E // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова [Электронный ресурс]: Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – Ч. 19. – С. 23-28.

5. Шедеврум [Электронный ресурс]. https://shedevrum.ai/ (дата обращения: 12.03.25).

6. Fusion brain [Электронный ресурс]. https://fusionbrain.ai/ (дата обращения: 12.03.25).

7. Photoroom [Электронный ресурс]. https://www.photoroom.com/ru (дата обращения: 12.03.25).

8. Новикова П.А., Борзунов Г.И., Использование стеклярусоподобных элементов в орнаментальных композициях с помощью компьютерных технологий // Всероссийский Круглый стол с международным участием «Современные тенденции компьютерного проектирования орнамента»: сборник материалов. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2023. – С.141-145.

УДК 004.932

СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ YOLOV5, YOLOV8 И YOLOV11 ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА КАДРАХ ВИДЕОПОСЛЕДВОТЕЛЬНОСТИ

Ляшева Майя Михайловна, Шлеймович Михаил Петрович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
mssmaya@mail.ru

Аннотация: В работе рассматриваются ключевые аспекты работы алгоритмов обнаружения объектов, таких как YOLO, а также приведен сравнительный анализ версий моделей YOLOv5, YOLOv8 и YOLOv11.

Ключевые слова: обнаружение объектов, компьютерное зрение, глубокое обучение, YOLO.

COMPARISON OF YOLOV5, YOLOV8 AND YOLOV11 MODELS FOR CAR DETECTION IN VIDEO FRAMES

Lyasheva Maya Mikhailovna, Shleymovich Mikhail Petrovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
mssmaya@mail.ru

Abstract: The paper discusses key aspects of the operation of object detection algorithms such as YOLO, and provides a comparative analysis of the versions of the YOLOv5, YOLOv8, and YOLOv11 models.

Keywords: object detection, computer vision, deep learning, YOLO.

На сегодняшний день обеспечение безопасности автомобилей во дворах жилых домов представляет собой серьезную проблему, обусловленную угрозой кражи и актами вандализма. Эффективным решением данной проблемы является круглосуточный мониторинг с помощью систем видеонаблюдения, однако обработка больших объемов видеоданных требует значительных вычислительных ресурсов и времени. Поэтому необходимо внедрять интеллектуальные системы анализа видео, способные к автоматическому обнаружению и распознаванию автомобилей.

Одной из наиболее актуальных и активно исследуемых задач в компьютерном зрении является обнаружение объектов на изображениях. Методы решения данной задачи можно разделить на два класса – традиционные методы классификации объектов, которые опираются на ручное

формирование признаков, и методы глубокого обучения, которые предусматривают автоматическое извлечение признаков.

По сравнению с традиционными методами классификации объектов, базирующихся на моделях опорных векторов, байесовской классификации, логистической регрессии, деревьев решений и др., методы глубокого обучения, основанные на применении многослойных сверточных нейросетевых моделях YOLO, R-CNN, Fast R-CNN, SSD и др., обладают значительными преимуществами [1-2] (рис. 1).

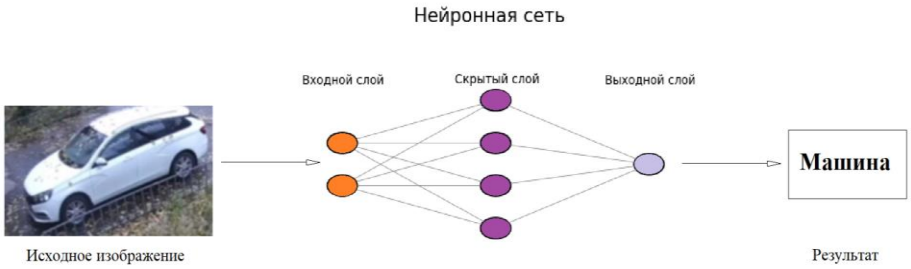


Рис. 1. Упрощенная архитектура нейронной сети

Одним из современных подходов к решению рассматриваемой задачи является применение сверточных нейронных сетей семейства YOLO (You Only Look Once, что в переводе с английского языка обозначает утверждение «Ты смотришь только раз»). Нейронные сети данного семейства имеют одноэтапную архитектуру, обеспечивающую за один проход предсказание координат ограничивающих рамок и классов объектов на изображении (рис. 2).

Рис. 2. Результат работы нейронной сети семейства YOLO

Алгоритм обнаружения объектов в нейронной сети семейства YOLO основан на использовании сверточных слоев, позволяющих эффективно извлекать пространственные особенности изображения. Он делит входное изображение на сетку, каждая ячейка которой предсказывает наличие заданных объектов, их координаты и классы (рис 3) [2].

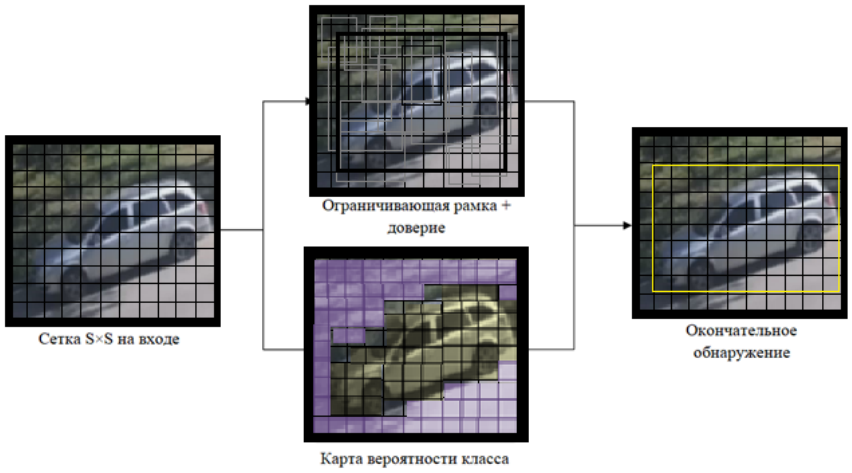


Рис. 3. Алгоритм YOLO

Семейство YOLO включает в себя множество моделей, улучшающих алгоритм обнаружения, и далее будет представлен обзор эффективных архитектур YOLOv5 [4], YOLOv8 [5] и YOLOv11 [6], предназначенных для обнаружения объектов в режиме реального времени.

Модели YOLOv5, YOLOv8 и YOLOv11 были выбраны как наиболее репрезентативные реализации архитектуры YOLO для задачи обнаружения объектов. Более ранние версии (YOLOv3/YOLOv4) исключены из-за устаревших технологических решений, а промежуточные варианты (YOLOv6/YOLOv7) и экспериментальные модели (YOLOv9/YOLOv10) – ввиду их неполной адаптации для промышленного использования.

YOLOv5, YOLOv8 и YOLOv11 представляют собой эффективные архитектуры, предназначенные для обнаружения объектов в режиме реального времени. Каждая из них обладает своими уникальными характеристиками.

Модель YOLOv5 разработана компанией Ultralytics и является высокоэффективной архитектурой для обнаружения объектов в режиме реального времени. Она реализована с использованием фреймворка PyTorch, который включает в себя динамический вычислительный граф, простую интеграцию с Python и мощные возможности GPU-ускорения [4].

Модель YOLOv8 базируется на оптимизированной архитектуре YOLO-NAS и, по сравнению с моделью YOLOv5, часто демонстрирует более высокую точность в сложных задачах. Однако результаты могут варьироваться в зависимости от конкретного применения [5].

Модель YOLOv11 последняя выпущенная модель от Ultralytics, оптимизированная для более быстрого вывода на CPU (от англ. «Central Processing Unit» – центральное обрабатывающее устройство, центральный процессор) и эффективного развертывания в средах с ограниченными ресурсами [6].

YOLOv5 имеет 4 модификации – модели YOLOv5n, YOLOv5s, YOLOv5m, YOLOv5l, YOLOv5x. Первая модель – самая маленькая и наименее точная, последняя – самая большая и наиболее точная. YOLOv8 и YOLOv11 также имеют аналогичные модификации – модели YOLOv8n, YOLOv8s, YOLOv8m, YOLOv8l, YOLOv8x, YOLOv11n, YOLOv11s, YOLOv11m, YOLOv11l, YOLOv11x.

Для более глубокого понимания производительности моделей YOLO при решении задачи обнаружения автомобилей в системе видеонаблюдения был проведен сравнительный анализ на основе видеоданных (1333 кадра), полученных с камер видеонаблюдения оператора сотовой связи «Летай» при разных погодных условиях (дождь, снег, солнце) и в различные сезоны (осень, зима, весна). Разработанная для тестирования программа функционирует на персональном компьютере с техническими характеристиками: персональный компьютер Acer Nitro AN515-44, процессор AMD Ryzen 5 4600H with Radeon Graphics: 3 ГГц, оперативная память: 8 ГБ, наличие сетевого подключения.

Результаты тестирования, представленные в табл. 1, отображают ключевые характеристики моделей, включая скорость обработки (FPS), вычислительную сложность (GFLOPS), эффективность (FPS/GFLOP) и среднюю точность обнаружения.

Таблица 1. Сравнительный анализ версий моделей YOLOv5, YOLOv8 и YOLOv11

Модель	FPS		GFLOPS		Кол-во параметров		Средняя точность	
	значение	оценка	значение	оценка	значение	оценка	значение	оценка
Yolov5n	14	+	74,12	+	1867405	+	5	-
Yolov5s	7	+	138,25	+	7225885	+	5,8	-
Yolov5m	3	-	277,57	+	21172173	-	6	+
Yolov5l	2	-	489,94	-	46533693	-	6,5	+
Yolov5x	0,5	-	794,6	-	86705005	-	6,5	+
Yolov8n	11	+	128,32	+	3157216	+	6	+
Yolov8s	5	+	252,62	+	11166560	+	6,5	+
Yolov8m	2,3	-	520,65	-	25902688	-	7,25	+
Yolov8l	1,2	-	892,43	-	43691520	-	7,25	+
Yolov8x	0,7	-	1291,4	-	68151392	-	7,25	+
Yolov11n	6	+	226,65	-	2624080	+	6,5	+
Yolov11s	3	-	503,93	-	9458752	+	6,75	+
Yolov11m	1,1	-	1233,5	-	20114688	-	7	+
Yolov11l	0,9	-	1563,25	-	25372160	-	6,8	+
Yolov11x	0,4	-	3220,43	-	56966176	-	6,5	+

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что модель YOLOv5n демонстрирует высокую эффективность в соотношении скорость/вычислительная сложность (0.1889 FPS/GFLOP) среди всех рассмотренных моделей и отличается небольшим количеством параметров (1867405), что является предпочтительным выбором для работы в режиме реального времени. Модели семейства YOLOv8, такие как YOLOv8n иYOLOv8s, также имеют высокие соответствующие показатели, тогда как модели YOLOv11 требуют значительных вычислительных ресурсов.

Таким образом, можно заключить, что версии YOLOv5n, YOLOv8n и YOLOv8s наиболее подходят для быстрого обнаружения автомобилей при ограниченных вычислительных ресурсах системы видеонаблюдения. Однако необходимо продолжить изучение характеристик рассмотренных моделей для более детального анализа и сравнения с другими моделями.

Источники

1. Дэвис Р., Терк М. Компьютерное зрение. Современные методы и перспективы развития / пер. с англ. В.С. Яценкова. М.: ДМК Пресс, 2022. 690 с.

2. R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, YOLO – Object Detection Algorithms // Medium [Электронный ресурс]. URL: https://towardsdatascience.com/r-cnn-fast-r-cnn-faster-r-cnn-yolo-object-detection-algorithms-36d53571365e (дата обращения: 28.03.2025).

3. Ляшева М.М., Шлеймович М.П. Обзор и сравнение моделей YOLOv5 для обнаружения объектов // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: материалы нац. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. Казань, 2024. С. 901–904.

4. Ultralytics YOLOv5 [Электронный ресурс]. URL: https://docs.ultralytics.com/models/yolov5/ (дата обращения: 28.03.2025).

5. Ultralytics YOLOv8 [Электронный ресурс]. URL: https://docs.ultralytics.com/models/yolov8/ (дата обращения: 28.03.2025).

6. Ultralytics YOLOv11 [Электронный ресурс]. URL: https://docs.ultralytics.com/models/yolo11/ (дата обращения: 28.03.2025).

УДК 004.852

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В E-COMMERCE

Мавлиева Камилла Халимовна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
kakkamilla951@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются принципы работы и практическое применение нейросетевых моделей в анализе потребительского поведения в электронной коммерции. Особое внимание уделяется тому, как такие технологии позволяют выявлять скрытые паттерны в действиях пользователей, формировать персонализированные предложения и влиять на стратегию маркетинга и продаж.

Ключевые слова: нейросетевые модели, поведение потребителей, e-commerce, рекомендательные системы, машинное обучение, персонализация, big data.

NEURAL NETWORK MODELS FOR ANALYZING CONSUMER BEHAVIOR IN E-COMMERCE

Mavlieva Kamilla Halimovna
KSPEU, Kazan, Russia
kakkamilla951@gmail.com

Abstract. The article discusses the principles of operation and practical application of neural network models in the analysis of consumer behavior in e-commerce. Special attention is paid to how such technologies make it possible to identify hidden patterns in user actions, form personalized offers, and influence marketing and sales strategies

Keywords: neural network models, consumer behavior, e-commerce, recommendation systems, machine learning, personalization, big data.

В эпоху цифровой экономики компании, работающие в электронной коммерции, стремятся не просто продавать, а строить с клиентами персонализированные и устойчивые взаимоотношения. Учитывая, что миллионы пользователей ежедневно взаимодействуют с онлайн-магазинами, возникает вопрос: как извлекать ценную информацию из огромного массива цифровых следов и превращать её в коммерческое преимущество? Ответ на этот вызов даёт использование нейросетевых моделей.

Нейросети сегодня позволяют не просто анализировать поведение пользователя – они создают возможность прогнозировать действия,

адаптировать контент в реальном времени и, в конечном счёте, повышать лояльность и продажи [1]. В отличие от классических алгоритмов, нейросетевые модели способны выявлять нелинейные зависимости, которые невозможно увидеть при традиционном статистическом подходе.

Принцип действия нейросетевых моделей в электронной коммерции заключается в обучении на основе огромного количества данных о действиях пользователей: какие страницы они просматривали, какие товары добавляли в корзину, какие бросили, в какое время суток они совершают покупки, с каких устройств заходят, на какие рекламные баннеры кликают и многое другое [2].

Возьмём простой пример. Если пользователь зашёл на сайт и посмотрел кроссовки, а затем – куртку и спортивную бутылку, то классическая система рекомендаций предложит аналогичные товары. Однако нейросетевая модель проанализирует глубже: как долго пользователь задерживался на странице, как он двигался по сайту, как соотносятся его действия с поведением других пользователей, и может предположить, что он собирается в поход или готовится к спортивному мероприятию. Следовательно, модель может предложить не просто обувь, а полноценный набор экипировки, опираясь на поведенческий контекст [3].

Среди архитектур, применяемых в этих задачах, популярны рекуррентные нейросети (RNN), трансформеры (например, BERT4Rec), autoencoder'ы и сверточные нейросети (CNN), которые всё чаще используются в обработке визуальных данных – например, анализа предпочтений по картинкам товаров.

Нейросетевые модели уже активно используются крупнейшими e-commerce-платформами. Например, компания Amazon задействует десятки моделей, обученных на миллиардах пользовательских взаимодействий, чтобы формировать персонализированные страницы: при входе на сайт каждому клиенту отображается уникальная подборка товаров [4]. Это не просто рекомендации «на основе покупок других пользователей» – это динамическая, самообучающаяся система, способная адаптироваться к малейшим изменениям в поведении клиента.

Другой пример – российская платформа Wildberries, которая использует нейросети для ранжирования поисковых запросов. Если раньше пользователь при запросе «платье» получал стандартную выдачу, то теперь система анализирует предпочтения этого конкретного клиента, а также поведение других с похожими интересами, и показывает модели, максимально соответствующие его стилю, ценовому диапазону и даже времени года.

Интересный кейс демонстрирует китайская компания Alibaba: здесь нейросети применяются не только для рекомендаций, но и для прогнозирования логистики. Система предсказывает, какие товары будут популярны в

конкретном регионе, и заранее распределяет их на соответствующие склады [5]. Это снижает время доставки и повышает удовлетворённость клиентов.

Технологии развиваются стремительно. Уже сейчас активно внедряются модели обучения с подкреплением, которые учатся взаимодействовать с пользователем в реальном времени, реагируя на его поведение как на сигнал к корректировке стратегии. Следующим шагом станет синтез нейросетей с голосовыми помощниками, интерфейсами дополненной реальности и умными устройствами в экосистемах типа «умного дома».

Можно ожидать, что граница между анализом и влиянием будет стираться. Нейросети будут не просто предсказывать поведение – они будут участвовать в его формировании, выстраивая опыт покупки как эмоционально насыщенный, персонализированный сценарий.

Нейросетевые модели в электронной коммерции – это не мода, а необходимость. Они позволяют адаптироваться к потребителю, быть гибкими, точными и быстрыми. Самое главное – они дают возможность понимать не только «что» делает клиент, но и «почему» он это делает. А понимание – ключ к эффективному бизнесу.

Компании, осознанно внедряющие ИИ-аналитику, выигрывают не только в прибыли, но и в построении устойчивых цифровых экосистем, ориентированных на клиента. И чем раньше бизнес начнёт диалог с нейросетью, тем быстрее она научится говорить на языке его потребителей.

Источники

1. Теличко И. А., Мацицын А. А. Влияние нейросетей и искусственного интеллекта на интерес и поведение потребителей // Вектор экономики. – 2021. – №1. – С. 1–7.

2. Олешкевич К. И., Половинкина Е. Ю. Применение искусственного интеллекта и нейронных сетей в бизнес-среде // Молодой ученый. – 2023. – №50 (497). – С. 417–419.

3. Баженов Е. С., Вегнер-Козлова Е. О. Применение нейросетей в бизнесе с точки зрения их влияния на поведение потребителей // Вестник Уральского федерального университета. – 2023. – №3. – С. 12–20.

4. Тавлуй Д. А. Использование искусственного интеллекта в интернет-маркетинге // Сборник материалов Девятой Международной научно-практической конференции «BIG DATA and Advanced Analytics. BIG DATA и анализ высокого уровня». – Минск, 2023. – С. 173–176.

5. Гулиев Р.А. Решение проблемы прогнозирования в электронной коммерции с помощью нейронных сетей // Актуальные исследования. – 2024. – №49 (231). – С. 1–5.

УДК 330.34;33.02;004.9

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РЫНОК ТРУДА: ВОЗМОЖНОСТИ И ВЫЗОВЫ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ БУДУЩЕГО

Майорова Алина Дмитриевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Umelka2007@mail.ru

Аннотация. Статья анализирует влияние искусственного интеллекта (ИИ) на рынок труда, подчеркивая как положительные, так и негативные последствия этого процесса. Внедрение ИИ открывает новые возможности для экономического роста, включая улучшение производительности, сокращение издержек и развитие новых профессий, таких как разработчики программного обеспечения. Однако автоматизация также может привести к исчезновению ряда рабочих мест и увеличению необходимости в переквалификации. Пример Финляндии показывает, как важно адаптировать работников к новым условиям. В статье также обсуждаются этические вопросы и вызовы, связанные с развитием ИИ.

Ключевые слова: искусственный интеллект, рынок труда, автоматизация, экономический рост, профессии будущего, переквалификация, производительность, этика ИИ, технологии, социальные изменения.

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE LABOR MARKET: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR THE ECONOMY OF THE FUTURE

Mayorova Alina Dmitrievna
KSPEU, Kazan, Russia
Umelka2007@mail.ru

Abstract. The article analyzes the impact of artificial intelligence (AI) on the labor market, emphasizing both the positive and negative consequences of this process. The introduction of AI opens up new opportunities for economic growth, including improved productivity, cost reduction, and the development of new professions such as software developers. However, automation can also lead to the disappearance of a number of jobs and increase the need for retraining. The example of Finland shows how important it is to adapt workers to new conditions. The article also discusses ethical issues and challenges related to the development of AI.

Keywords: artificial intelligence, labor market, automation, economic growth, professions of the future, retraining, productivity, ethics of AI, technology, social change.

Сегодня невозможно говорить о будущем экономики без учета того, как искусственный интеллект (ИИ) меняет рынок труда. Этот процесс затрагивает все сферы жизни – от производства до сферы услуг, от автоматизации рутинных задач до создания новых профессий. Но, как и в любом значимом изменении, здесь есть как светлая, так и темная сторона.

ИИ открывает перспективы для экономического роста. Уже сегодня мы видим, как машины и алгоритмы способны выполнять задачи, которые ранее требовали человеческого труда. В таких областях, как анализ данных, обработка информации и прогнозирование, ИИ демонстрирует исключительную эффективность. В медицине уже используются алгоритмы, которые могут диагностировать заболевания с точностью, превосходящей человеческие возможности.

Примером такого применения является использование искусственного интеллекта в онкологии. Исследования показывают, что системы машинного обучения, обученные на огромных объемах медицинских данных, могут точно предсказывать развитие рака и помогать врачам на ранних стадиях болезни. Такие технологии значительно сокращают время на диагностику, что увеличивает шансы на успешное лечение.

Кроме того, ИИ помогает сократить издержки в бизнесе. В автомобильной промышленности, внедрение роботов на производственные линии позволило увеличить производительность и снизить стоимость производств. Это открывает новые возможности для роста малого и среднего бизнеса, давая им доступ к технологиям, которые ранее были доступны только крупным корпорациям.

Однако, как бы не были привлекательны перспективы автоматизации, стоит признать, что ИИ также несет в себе серьезные риски для рынка труда. Исследования, проведенные Всемирным экономическим форумом, показывают, что в ближайшие десятилетия многие традиционные рабочие места могут исчезнуть, и это касается не только низкоквалифицированных работников. Уже сегодня можно заметить, как роботы и автоматизированные системы начинают заменять людей в таких профессиях, как кассиры, операторы call-центров, водители. Автоматизация этих профессий может стать причиной неопределенности на рынке труда. Ведь для того, чтобы обучить ИИ новым навыкам, нужны специалисты, а вот для тех, кто будет лишен работы из-за автоматизации, таких специалистов пока недостаточно.

Вдобавок, те профессии, которые ИИ не может заменить, требуют все более высоких навыков. По статистическим данным, до 2030 года около 60% рабочих мест потребуют от сотрудников гораздо более высокой квалификации, чем это было ранее. Таким образом, все больше людей столкнутся с необходимостью переобучения, а значит, могут возникнуть новые социальные

и экономические проблемы. Согласно отчету Всемирного экономического форума, до 2025 года может быть утрачено около 75 млн рабочих мест из-за автоматизации, однако будет создано 133 млн новых, что значительно превосходит потерю. Около 43% рабочих мест в России могут быть автоматизированы в ближайшие десятилетия. Тем не менее, важной частью адаптации к изменениям будет переквалификация: до 2030 года 60% работников будут нуждаться в переобучении.

В то же время, рост рынка искусственного интеллекта открывает новые перспективы для экономики. Ожидается, что к 2030 году мировой рынок ИИ вырастет до 15,7 трлн долларов, с существенным вкладом в повышение производительности и создание новых отраслей. Особо ярко это проявляется в сфере информационных технологий: в России рабочие места для специалистов в области ИТ, таких как разработчики программного обеспечения и аналитики данных, вырастут на 22% к 2030 году, что в два с половиной раза выше среднего роста по всем профессиям.

Один из самых ярких примеров того, как общества могут адаптироваться к влиянию ИИ, приходит из Финляндии, где реализован проект по поддержке граждан в период автоматизации рабочих мест. Здесь введены программы переквалификации и образовательные курсы для работников, потерявших свои рабочие места из-за внедрения новых технологий. Пример Финляндии показывает, что важно не просто следить за развитием технологий, но и создавать механизмы, помогающие людям адаптироваться к этим изменениям.

Уже сейчас понятно, что ИИ меняет правила на рынке труда. В то время как одни рабочие места исчезают, другие, наоборот, появляются. Тем не менее, на рынке труда всегда будет место для человека, но важно помнить, что в этой новой экономике успех будут достигать те, кто сможет обучаться, адаптироваться и использовать ИИ для решения сложных задач. Не стоит забывать и о моральных аспектах использования искусственного интеллекта. Вопросы этики, конфиденциальности данных, а также возможность манипуляций с помощью ИИ требуют серьезного обсуждения.

Итак, искусственный интеллект – это не просто модный тренд. Это реальный фактор, который в ближайшие десятилетия будет определять, как будет устроена экономика и рынок труда. В то время как ИИ открывает беспрецедентные возможности для роста и улучшения качества жизни, важно не забывать о вызовах, которые стоят перед обществом. Гибкость, способность к обучению и ответственное отношение к новым технологиям будут ключевыми для построения успешного будущего.

Процесс перехода к новой экономике с участием ИИ не будет быстрым и легким, но с правильным подходом он может стать одним из самых захватывающих и важных этапов в истории человеческого развития.

Источники

1. Лялькова, Е. Е. Влияние искусственного интеллекта на рынок труда: анализ изменений в спросе на квалификации и обучении / Е. Е. Лялькова, Е. А. Богдашкина, В. Э. Лобкова // E-Scio. – 2023. – № 5(80). – С. 541-549.

2. Скоробогатов, А. С. Влияние искусственного интеллекта на структуру и содержание вакансий на российском рынке труда / А. С. Скоробогатов, О. И. Свиридов // Вопросы экономики. – 2025. – № 1. – С. 71-91.

3. Волгин А. Д., Гимпельсон В. Е. (2022). Спрос на навыки: анализ на основе онлайн данных о вакансиях // Экономический журнал Высшей школы экономики. Т. 26, № 3. С. 343-374.

4. Гимпельсон В. Е., Капелюшников Р. И. (2022). Рутинность и риски автоматизации на российском рынке труда // Вопросы экономики. № 8. С. 68-94.

5. Кольцов В. П., Салтанаева Е. А. Анализ подходов реализации архитектуры моделей рекомендательных систем // Интеллектуальные информационные системы: теория и практика: Сборник научных статей по материалам IV Всероссийской с международным участием конференции. Курск: Курский государственный университет, 2023. С. 120-124.

6. Насурова, З. А. Искусственный интеллект: современные применения и перспективы развития / З. А. Насурова, А. А. Халидов, А. С. Лугуева // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 9, № 2(155). – С. 110-115. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.02.09.014.

7. Теплая, Н. А. Анализ экономической эффективности внедрения искусственного интеллекта в малом бизнесе / Н. А. Теплая, М. Г. Аллабян, А. А. Халидов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 5, № 3(156). – С. 174-179. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.03.05.019.

8. Хохлов, Р. Р. Проблема влияния искусственного интеллекта на рынок труда России / Р. Р. Хохлов, Н. А. Гончарова // Актуальные проблемы бухгалтерского учета, анализа и аудита: Материалы XVI Всероссийской молодежной научно-практической конференции– Курск, 2024. – С. 146-148.

УДК 004-032.26

ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ АУГМЕНТАЦИИ В ЗАДАЧЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ШРИФТА

Максимович Родион Ильич, Кудрина Мария Александровна
Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королёва, г. Самара, Россия
maksimovich-rodion333@mail.ru, maria_kovr@mail.ru

Аннотация. В статье производится поиск оптимальных параметров аугментации с целью улучшения качества работы собственно разработанной нейронной сети, занимающейся преобразованием символов из одного шрифта в другой. Представлены результаты исследований для разных значений параметров аугментации и их различных комбинаций.

Ключевые слова: преобразование шрифтов, нейронные сети, аугментация обучающих данных, генеративно-состязательная сеть.

FINDING FOR OPTIMAL AUGMENTATION PARAMETERS IN THE FONT CONVERSION TASK

Maksimovich Rodion Ilyich, Kudrina Maria Alexandrovna
Samara Unversity, Samara, Russia
maksimovich-rodion333@mail.ru, maria_kovr@mail.ru

Abstract. The article searches for optimal augmentation parameters in order to improve the output quality of the developed neural network. The purpose of the network is to transform a character image from one font to another. The paper shows the research results for a range of augmentation parameter values and combinations of its types.

Keywords: font conversion, neural networks, train data augmentation, generative adversarial network.

Существует множество привлекательных шрифтов, которые могут быть полезны для оформления сайтов, компьютерных игр и т. п. Однако, далеко не всегда интересующий шрифт поддерживает все требуемые языки. Для оптимизации процесса дополнения шрифта, может использоваться нейросеть, которая будет преобразовывать символы из базового шрифта, имеющего все символы, в шрифт стилизованный, который необходимо дополнить.

К примеру, стилизованный шрифт содержит лишь английские буквы, а требуется поддержка русского языка. Тогда нейронная сеть обучается на символах

английского алфавита, а затем в неё поступают символы русского с целью получить отсутствующие буквы в стилизованном шрифте (рис. 1).

Потребность в аугментации возникает в случае, когда изначальный набор символов стилизованного шрифта относительно мал для использования в качестве обучающей выборки нейронной сети. Говоря о примере с английским алфавитом – он содержит лишь 52 символа с учётом заглавных и строчных.

Цель работы: выявить, при каких методах и параметрах изменения исходных обучающих данных (аугментации) будет достигнуто наибольшее качество работы нейронной сети, преобразующей шрифт.

Аугментация. Подробно виды аугментации изображений описаны в [1], из перечисленных там видов будут рассматриваться следующие: смещение, изменение масштаба и поворот (рис. 2).

Для рассмотрения намеренно были взяты не все возможные виды аугментации, так как многие из них были приняты как потенциально вредные, например, отражение изображений может запутать нейронную сеть при работе с наклонными шрифтами.

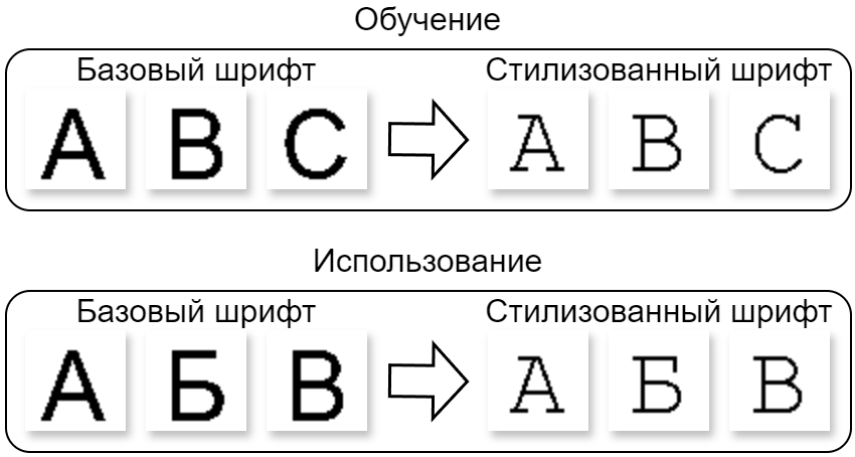


Рис. 1. Пример данных для обучения и использования

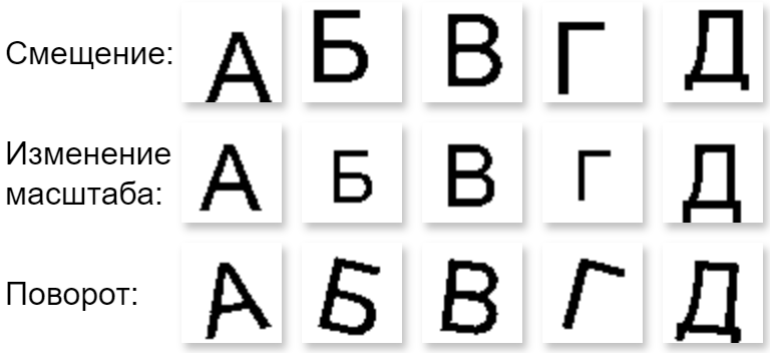


Рис. 2. Виды аугментации

Программная реализация. Все программные модули написаны на языке Python. Для возможности реализации нейронных сетей была использована библиотека PyTorch.

Классы, отвечающие за аугментацию, принимают следующие параметры: shift – допустимое смещение изображения в пикселях по горизонтали и вертикали, scale – на сколько пикселей можно уменьшить размер символа, rotate – на какое количество градусов допустимо повернуть изображение по или против часовой стрелки.

Порождаемые изображения имеют размер 50 на 50 пикселей и включают лишь чёрный и белый цвета, где белый выступает как фон.

На вход нейронным сетям поступают не сами изображения, а их специальное представление в виде вещественной матрицы, включающей 4 измерения: размер пакета (batch size), цветовые каналы, высота и ширина. Подобный формат данных обусловлен спецификацией PyTorch. В указанной матрице белый цвет сопоставляется нулю, а чёрный – единице.

Нейронные сети. В программе используется генеративно-состязательная сеть (GAN), в которую включены 2 модели: генератор, который непосредственно преобразовывает изображения, и дискриминатор, который помогает первому более качественно обучиться [2].

Генератор представляет из себя остаточную нейронную сеть с 4-мя остаточными блоками (рис. 3). Свёрточные слои блоков используют дополнение нулями, чтобы сохранять размерность данных. Его архитектура вдохновлена идеями из источников [3] и [4].

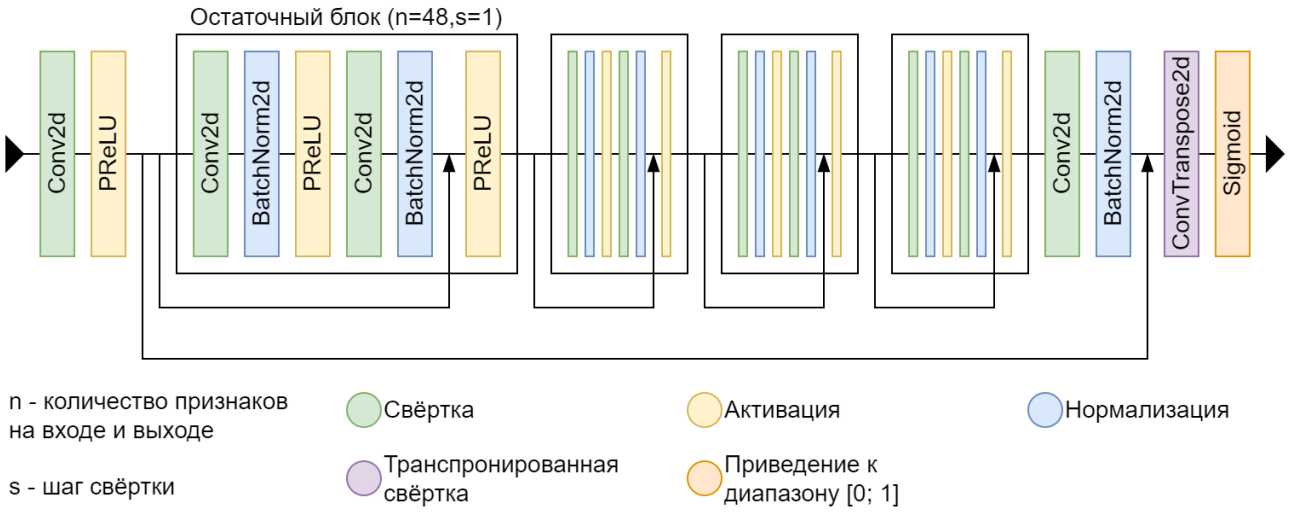


Рис. 3. Архитектура генератора

Дискриминатор является свёрточной сетью, в которой количество признаков постепенно увеличивается, а затем данные схлопываются, то есть переводятся в матрицу с меньшим количеством мерностей, и обрабатываются полносвязными слоями – чтобы свести всё к единственному числу (рис. 4).

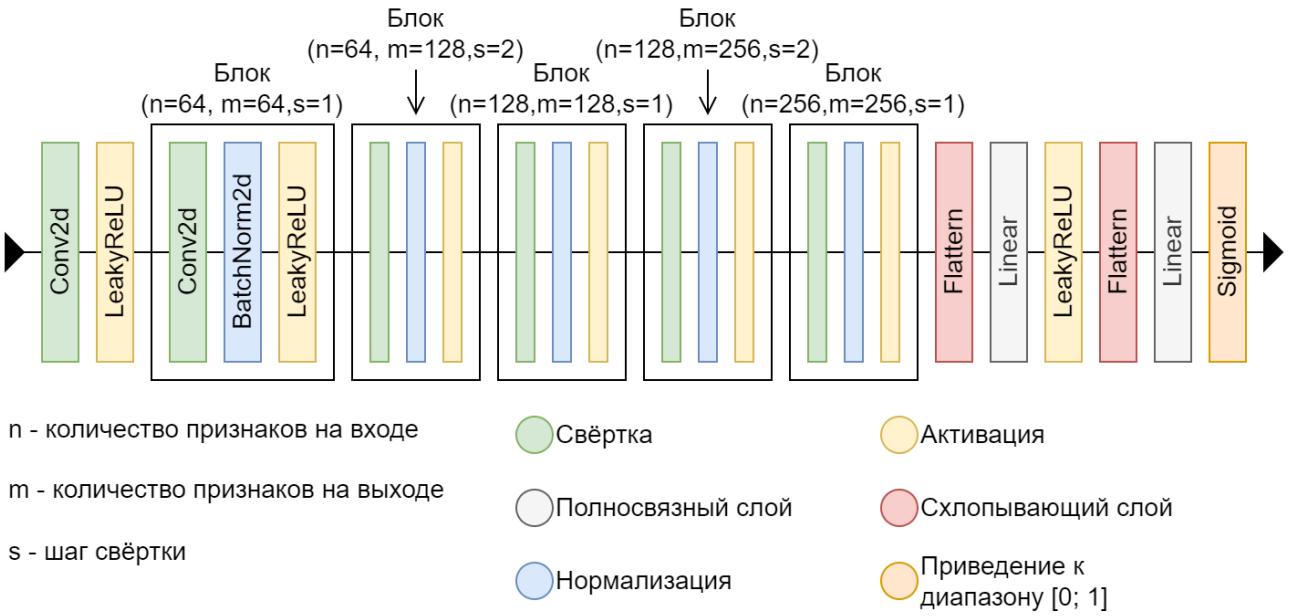


Рис. 4. Архитектура дискриминатора

Важно отметить, что обе модели могут работать лишь для конкретной пары шрифтов: если требуется преобразовать в новый шрифт, то для этого нужно начать обучать другие их экземпляры.

Обучение нейронных сетей. Обучение моделей происходит в 3 этапа:

1) предварительное обучение генератора – длится 40 эпох;

2) предварительное обучение дискриминатора – длится 10 эпох;

3) генеративно-состязательное обучение – длится 20 эпох.

Объём данных в каждой эпохе равен 200, которые каждый раз выбираются случайно из 10000 подготовленных примеров. За один раз в нейронную сеть поступает по 20 изображений.

При предварительном обучении генератора ему на вход подаются изображения произвольных шумов, и ожидаются – они же сами. Это значительно увеличивает качество работы генератора и гарантирует, что у него не будет недоступных зон на выходе. В качестве алгоритма обучения используется Adamax со стандартными параметрами. За функцию потерь (loss) берётся среднеквадратическая ошибка:

$$L_{MSE} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(t_i - r_i)^2\,, \qquad (1)$$

где N – количество пикселей;

t – ожидаемые яркости пикселей;

r – полученные яркости пикселей.

В предварительном обучении дискриминатора ему подаются изображения символов базового шрифта и стилизованного. От него требуется

оценивать изображения базового шрифта как 0, а стилизованного – как 1. В качестве алгоритма обучения также используется Adamax, в качестве функции потерь используется бинарная перекрёстная энтропия:

$$L_{BCE} = -\big(t \cdot log_2 r + (1-t) log_2 (1-r)\big), \quad (2)$$

где t – ожидаемая оценка изображения;

r – полученная оценка изображения.

При генеративно-состязательном обучении дискриминатор обучается аналогично предыдущему этапу, а функция потерь генератора становится составной: 90% среднеквадратичного отклонения и 10% от оценки дискриминатора. Относительно небольшая доля влияния дискриминатора нужна для того, чтобы совершенствование генератора не было слишком резким, приводящим к обману дискриминатора вместо реального улучшения качества. Данный приём был взят из [4].

Несмотря на то, что каждому этапу предписывается заданное количество эпох обучения, он может быть закончен преждевременно, если нейронная сеть станет переобучена – для чего программа анализирует потери обучения и валидации.

Исследование. В качестве экспериментальных данных в данном исследовании используются 4 шрифта: Arial, Italic Arial, Impact и Courier New (рис. 5). Arial выступает как базовый шрифт, изображения символов которого будут подаваться на вход генератору, а оставшиеся 3 шрифта – те, в которые необходимо будет преобразовать базовый.

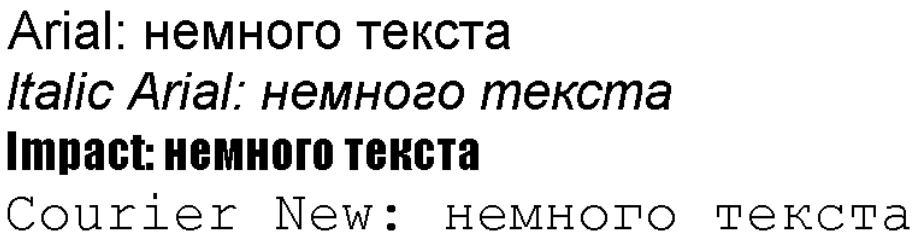


Рис. 5. Используемые шрифты

Критерием качества работы нейронной сети будет выступать аккуратность (accuracy). Аккуратность генератора считается как частное количества пикселей верного цвета ко всему количеству пикселей. Если на выходе цвет не является строго чёрным или белым, то он приводится к тому, который ближе по значению. Под аккуратностью дискриминатора же будет пониматься близость его оценки к ожидаемой.

При обучении будут использоваться заглавные и строчные буквы английского алфавита, при тестировании – русского. Метрики аккуратности

будут браться после обучения: под аккуратностью обучения будет пониматься та, которая посчитана на неаугментированных изображениях букв английского алфавита, под аккуратностью тестирования – посчитанная на русских символах.

Был проведён ряд экспериментов, где был использован каждый вид аугментации отдельно с разной степенью искажения. Представленные в таблице 1 результаты являются средними значениями для 9 серий каждого эксперимента: по 3 раза на каждый из трёх стилизованных шрифтов.

При выявлении, какое из значений параметра является оптимальным, стоит отдавать приоритет аккуратности генератора при тестировании, так как именно эта метрика ближе всего к отражению действительного качества работы нейронной сети. При подобном способе отбора были выявлены следующие оптимальные значения: shift – 4, scale – 16, rotate – 16.

Таблица 1. Результаты исследования

Параметр аугментации	Значение параметра	Аккуратность генератора		Аккуратность дискриминатора	
		обучения	тестирования	обучения	тестирования
shift	4	0,908297	0,878778	0,595747	0,574734
	8	0,895901	0,872744	0,521418	0,518511
	12	0,879478	0,850810	0,522638	0,527895
	16	0,867768	0,844327	0,501738	0,504531
scale	4	0,868817	0,849065	0,991929	0,927188
	8	0,865583	0,846029	0,943907	0,890714
	12	0,863033	0,839730	0,827481	0,765577
	16	0,875413	0,859904	0,766649	0,690691
rotate	4	0,872027	0,851451	0,908599	0,832197
	8	0,864547	0,843999	0,968275	0,904891
	12	0,877696	0,858880	0,951243	0,895016
	16	0,882436	0,861109	0,966951	0,897279

Далее был проведён ряд экспериментов, где были перебраны различные комбинации видов аугментаций при их оптимальных значениях (табл. 2).

Таблица 2. Результаты второго исследования

Сочетаемые параметры	Аккуратность генератора		Аккуратность дискриминатора	
	обучения	тестирования	обучения	тестирования
shift, scale	0,856647	0,838046	0,580094	0,582193
shift, rotate	0,906687	0,886873	0,699711	0,690357
scale, rotate	0,844973	0,821662	0,793339	0,713205
shift, scale, rotate	0,856041	0,838106	0,628296	0,635773

Согласно полученным данным, использование сочетания сдвига и вращения – оптимально; при добавлении к ним изменения масштаба – ухудшает результат работы нейронной сети.

Согласно данным исследования, для повышения качества работы нейросети по преобразованию шрифта необходимо подвергать обучающие данные следующим видам аугментации:

1) относительно небольшое смещение изображения – до 8% от его всего размера;

2) поворот – до 16 градусов.

Будущие исследования по поднятой теме могут включать следующие улучшения для увеличения достоверности результатов:

1) большее количества проб для каждого отдельного эксперимента;

2) перебор с большим количеством значений параметров аугментации;

3) использование большего количества шрифтов;

4) использование разных архитектур нейронных сетей.

Источники

1. Окунев С. В. Применение аугментации и генеративно-состязательной нейронной сети для увеличения наборов данных / С. В. Окунев, М. Н. Фаворская, О. В. Маслова // Молодёжь. Общество. Современная наука, техника и инновации. – 2020. – №19 – С. 215–217.

2. Goodfellow I. Generative adversarial nets / I. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu [и др.] // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2014. – №27. – С. 2672–2680.

3. Jiang Y. DCFont: An End-To-End Deep Chinese Font Generation System / Y. Jiang, Z. Lian, Y. Tang, J. Xiao // SIGGRAPH Asia. Technical Briefs. – 2017. – №22 – С. 1–4.

4. Ledig C. Photo-Realistic Single Image Super-Resolution Using a Generative Adversarial Network / C. Ledig, L. Theis, F. Huszar, J. Caballero [и др.] // Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (Гонолулу, 21 июля – 26 июля, 2017). – IEEE, 2010. – С. 4681–4690.

УДК 657

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВНЕДРЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ В АВТОМАТИЗАЦИЮ РУТИННЫХ БУХГАЛТЕРСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Малыхина Ангелина Викторовна, Цукахина Мария Александровна
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия
malykhina-04@inbox.ru, cukahina.m@kubsau.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние нейросетей на сферу бухгалтерского учета, обзор используемых программ и прогнозы на будущее работы нейросети и человека.

Ключевые слова: нейронные сети, бухгалтерский учет, искусственный интеллект, ИИ, бухгалтерия, актуальность нейросетей

PRACTICAL IMPLEMENTATION OF NEURAL NETWORK ALGORITHMS IN THE AUTOMATION OF ROUTINE ACCOUNTING OPERATIONS

Malikhina Angelina Viktorovna, Tsukahina Maria Alexandrovna
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia
malykhina-04@inbox.ru, cukahina.m@kubsau.ru

Abstract. The article discusses the impact of neural networks on the field of accounting, an overview of the programs used and forecasts for the future of the neural network and humans.

Keywords: neural networks, accounting, artificial intelligence, AI, accounting, relevance of neural networks

В наше время искусственный интеллект проник во многие сферы жизни, облегчив работу в большом количестве отраслей производства. Бухгалтерия давно применяет цифровые технологии в своей работе, на данный момент у бухгалтеров появился даже более совершенный помощник в роли нейронных сетей. Ни для кого не секрет, что нейросети помогают оптимизировать работу посредством автоматизации рутинных задач, классифицировать различные файлы или документы, производить оплату труда сотрудников, предоставлять аналитические данные в реальном времени, что, конечно, изрядно экономит время и исключает человеческие ошибки.

Стоит отметить, что несмотря на колоссальную пользу нейросетей, они все еще находятся на своем начальном этапе развития. На данный момент невозможно в полной мере заменить бухгалтера искусственной машиной, человек все еще принимает непосредственное участие в работе, а

искусственный интеллект служит только инструментом для выполнения той или иной задачи.

Работа с нейросетями включает в себя творческий элемент, который комбинирует в себе нейросети для достижения наилучшего результата в той или иной сфере. Ведь спектр задач, с которыми может справляться ИИ достаточно велик, но еще большей эффективности он достигает в момент, когда комбинируются различные модели для достижения конкретных узконаправленных задач, таких, как и бухгалтерский учет в том числе.

В качестве яркого примера можно взять модель RPA, которая может значительно облегчить работу с электронными таблицами, и осуществить проверку различных счетов [1].

Еще одним примером будет модель NLP, у которой так же достаточно большой спектр применения, но в отличии от первой рассматриваемой модели, эта делает акцент на составлении различных деловых документов, может с легкостью составить деловое письмо или договор по всем правилам.

Преимущество чат-ботов, на основе искусственного интеллекта, заключается в том, что они осуществляют поддержку пользователя в режиме реального времени и могут отвечать на часто задаваемые вопросы пользователей [2].

Так же внимания заслуживают системы BI или Бизнес-интеллект, которые можно комбинировать с различными электронными таблицами для создания диаграмм и отчетов, в которых будут данные из разных источников.

Проверку транзакций и предотвращения несанкционированных вмешательств может осуществлять блокчейн. Это усовершенствованный механизм базы данных, который позволяет организовать открытый обмен информацией в рамках бизнес-сети [3].

Из всего вышесказанного следует вывод, что нейросети приносят высокий уровень автоматизации и точности во многие процессы.

Основываясь на статистике, на данный момент около 70% компаний в России используют нейронные технологии для ускорений бизнес-процессов. Но все эти технологии все еще несовершенны. Для того, чтобы адаптировать нейросеть под конкретные задачи, пусть они будут рутинными, нужно потратить большое количество времени и ресурсов. Так же в процессе должны участвовать работники, которые будут использовать эти самые нейросети, для лучшей интеграции их в процесс. Данный процесс чем-то похож на повышение квалификации у сотрудников, но при этом имеет своим нюансы работы с машиной, что усложняет процесс.

Важно привлекать к обучению ИИ-специалистов, имеющих в этом большой опыт, чтобы избежать ситуаций, в которых нейронная сеть будет неправильно анализировать данные, допускать ошибки в расчетах, или вовсе

посредством обучения заменят заведомо верный алгоритм обучения ошибочным [4].

Подобные примеры можно отслеживать даже в самых популярных чат-ботах, которые в пору своего релиза могли забывать элементарные данные или допускать ошибки в простейших подсчетах.

Нейросети находятся на начале своего развития и уже показывают многообещающие результаты во многих отраслях, в том числе и бухгалтерском учете. Однако на сегодняшний день нейросеть неспособна полностью заменить человека в бухгалтерской работе, несмотря на ее огромную пользу, управляющую роль все еще занимает живой специалист, чтобы предотвращать ошибки, которые могут грозить компаниями многомиллионными штрафами, проверяя данные и анализируя их вместе с нейросетью.

Источники

1. Замотайлова Д. А., Актищев А. М. Связь ИТ-стратегии и ИТ-архитектуры // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты: Сборник материалов IV всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 17–21 января 2022 года. Краснодар: КубГАУ, 2022. С. 35–37.

2. Губа Е. Н. Роль мотивации в обеспечении качества труда / Е. Н. Губа, А. Н. Бабаков, Р. В. Прокопенко // Сфера услуг: инновации и качество. – 2022. – № 59. – С. 35-44.

3. Хроль, Е. В. Цифровизация бухгалетрии: преимущества и недостатки / Е. В. Хроль, А. Д. Ветрова, А. А. Коротаева // Бухгалтерский учет, анализ, аудит и налогообложение: проблемы и перспективы : Сборник статей XII Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 17–18 января 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 223-226. – EDN OZCUQF.

4. Павлов М. Е., Лытнев Н. Н. Автоматизация с помощью облачных сервисов // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты: Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 16–21 января 2023 года. Краснодар: КубГАУ, 2023. С. 122–125.

УДК 004.023

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВАРИЙ И НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

Маркелов Матвей Владимирович, Николаева Светлана Глебовна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Matty.v980@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается применение нейронной сети в системе компьютерного зрения на производствах, где присутствует потенциальная угроза наступления несчастных случаев и аварий. Проанализированы: архитектуры нейронной сети, их особенности, преимущество нейронной сети в контроле за аварийными ситуациями перед человеком, сложности и экономическая целесообразность её внедрения.

Ключевые слова: компьютерное зрение, нейронная сеть, безопасность на производстве, архитектура нейронной сети, обучение нейронной сети, оборудование, мониторинг.

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN PRODUCTION MONITORING SYSTEMS FOR ACCIDENT AND INCIDENT PREVENTION

Markelov Matvey Vladimirovich, Nikolaeva Svetlana Glebovna
KSPEU, Kazan, Russia
Matty.v980@gmail.com

Abstract. The article examines the application of neural networks in computer vision systems at industrial facilities where there is a potential risk of accidents and hazardous incidents. Analyzed: neural network architectures, their specific features, advantages of neural networks over human monitoring in emergency situations, as well as implementation challenges and economic feasibility of deployment.

Keywords: computer vision, neural network, industrial safety, neural network architecture, neural network training, equipment, monitoring.

Современные производства сталкиваются с рисками аварийных ситуаций, которые приводят к травмам персонала, повреждению оборудования и простоям. Традиционные системы безопасности не всегда эффективны против динамических угроз, таких, как перегрев и столкновения узлов оборудования, затягивания в оборудование или зажим движущимися механизмами

обслуживающего персонала. Решением может быть применение нейронной сети для мониторинга и предотвращения аварий в реальном времени [1].

Преимуществом нейронной сети для промышленной безопасности является высокая точность детекции в распознавании признаков зацепления одежды за шпиндель, аномального перегрева подшипников (температура >120°C), вибраций, указывающих на столкновение узлов [2]. Для сравнения, человек-оператор замечает такие ситуации лишь в 60-70% случаев (из-за усталости, отвлечённости другими делами, и т.д.). Нейронная сеть обрабатывает три типа данных одновременно: видео и звук с камер, показания вибродатчиков, и температурные показания от инфракрасных камер; анализирует данные каждые 100-500 мс (в зависимости от аппаратного оснащения) [3] и при аварии производит следующие действия: автоматическую остановку станка; оповещение через звуковую сигнализацию и мониторы ответственных за безопасность лиц; запись видео в «чёрный ящик» для расследования.

Архитектура нейронной сети определяет, как именно будет происходить обработка входных данных. Для систем безопасности на производстве (обработки потокового видео и детекции в реальном времени) по соотношению «скорость обработки потока данных / аппаратные требования» хорошо походят следующие архитектуры: *YOLOv8* (You Only Look Once) – быстрая одноэтапная архитектура для детекции объектов в режиме реального времени, обрабатывающая все изображение целиком; *SSD300 (*Single Shot MultiBox Detector) – одноэтапная архитектура, похожая на YOLO, но использующая несколько масштабов для обнаружения объектов разных размеров (рис. 1).

Модель *YOLOv8* состоит из 3 основных частей: Backbone (модуль для извлечения признаков); Neck (модуль агрегации признаков); Head (модуль детекции объектов). Backbone (CSPDarknet53) основан на Cross Stage Partial Network (CSP) для уменьшения вычислительной нагрузки, использует Focus Layer (альтернатива обычной свертке).

Head (Anchor-Based Detection) имеет 3 уровня детекции (P3, P4, P5) для объектов разного размера; выполняет автоматический подбор анкоров (Anchor Boxes) через k-means кластеризацию; включает функцию потерь (CIoU Loss (Complete IoU) – улучшенная метрика для точного прогнозиррования bbox; (Objectness Score) – уверенность в наличии объекта; (Classification Loss) – кросс-энтропия для классов) [4].

Модель *SSD300* относится к классу одноэтапных детекторов (single shot detectors), что означает, что вся работа по детекции объектов производится за одно прохождение изображения через сеть. Одной из главных инноваций SSD300 является использование мульти-масштабных карт признаков для обнаружения объектов разного размера. SSD300 генерирует признаки для

различных уровней глубины сети, что позволяет ей одновременно определять маленькие, средние и крупные объекты. SSD300 использует концепцию (anchor boxes), аналогичную той, что применяется в YOLOv8.

SSD300 часто использует предварительно обученные свёрточные сети, такие как VGG16 [5] или MobileNet, в качестве основы для выделения признаков. Во время обучения SSD300 использует технику hard negative mining, чтобы сбалансировать положительные и отрицательные образцы. Эта техника помогает уменьшить дисбаланс между количеством положительных и отрицательных образцов, что улучшает качество обучения.

Критерий	YOLOv8	SSD300
Точность детекции	Высокая (mAP 55-60%)	Средняя (mAP 45-50%)
Скорость (FPS)	150-200	50-80
Обнаружение мелких объектов	Отличное (P2-P5 уровни)	Среднее (ограничено 6 картами признаков)
Работа в сложных условиях	Устойчив к засветам, задымленности	Чувствителен к шумам
Аппаратные требования	Требует GPU (от 4 ГБ VRAM)	Работает на CPU (но медленно)
Обучение на кастомных данных	Простое (поддержка российских датасетов)	Требует доработки архитектуры

Рисунок 1. Таблица сравнения моделей YOLOv8 и SSD300

Размер изображения влияет на вычислительную сложность и точность модели, высокое разрешение даёт больше деталей, что полезно для обнаружения мелких объектов или аномалий; низкое разрешение ускоряет вычисления, но может привести к потере важной информации. Глубина нейронной сети (количество слоёв) влияет на способность модели извлекать сложные особенности из данных: мелкая сеть быстрее работает, но менее эффективна для сложных задач; глубокая сеть лучше справляется с извлечением высокоуровневых признаков, но требует больших ресурсов.

Количество фильтров в каждом слое свёртки определяет, сколько различных особенностей извлекается из изображения; большое количество фильтров увеличивает выразительность модели, но также усложняет вычисления; меньшее количество фильтров снижает ресурсоёмкость, но может ограничить возможности сети.

Правильное распределение данных по классам имеет важное значение для обучения модели, балансировка классов необходима, чтобы избежать смещения модели в сторону доминирующего класса. Разнообразие данных (различные условия освещения, углы обзора, виды объектов) способствует обобщению модели. Использование техник аугментации данных (вращение, масштабирование, изменение яркости) также помогает улучшить стратификацию. Гиперпараметры определяют поведение модели во время обучения: скорость обучения (learning rate) должна быть достаточно высокой для быстрой сходимости, но не настолько большой, чтобы вызывать колебания потерь; количество эпох и размер батча влияют на стабильность обучения и объём потребляемых ресурсов; методы регуляризации помогают предотвратить переобучение [6].

Этапами внедрения нейронной сети являются: сбор и подготовка наборов данных (можно использовать публичные датасеты, например, Industrial Safety Dataset от ИТМО) [7]; обучение модели; развёртывание оборудования, интеграция с системой SCADA для автоматического останова оборудования и оповещения ответственных лиц; тестирование и доработка системы (срок: 1-2 месяца) (рис.2).

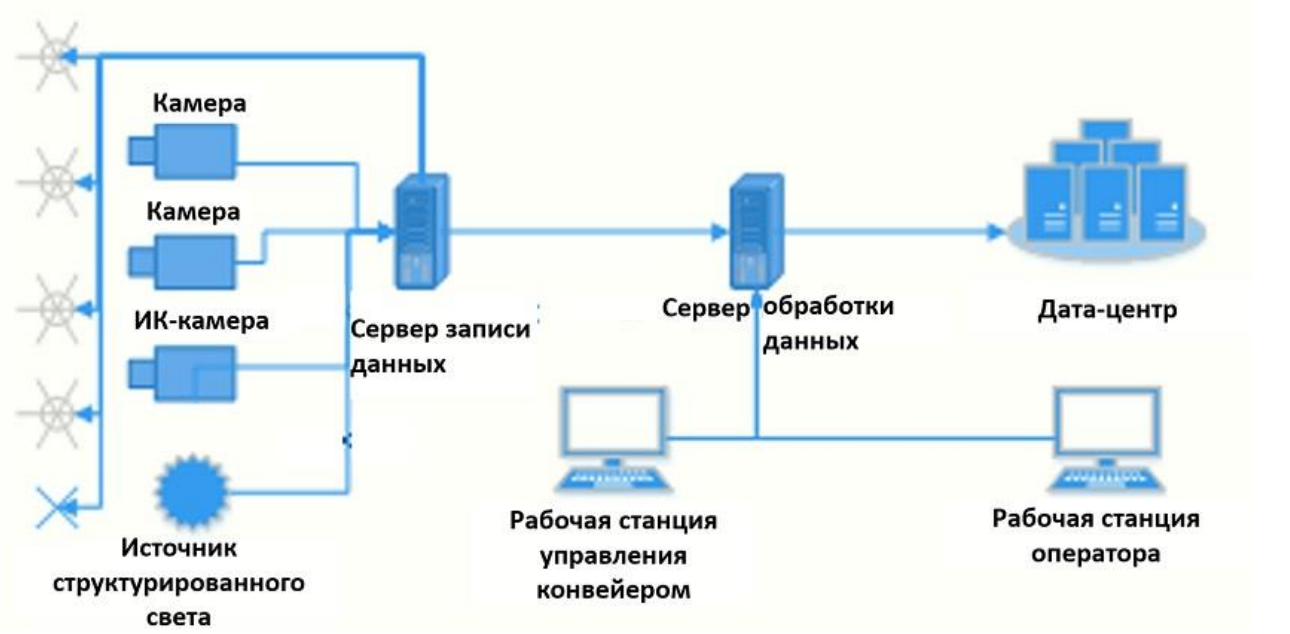


Рисунок 2. Пример схемы развёртывания оборудования, применяемого для системы мониторинга с использованием нейронной сети

Проблемами при внедрении нейронной сети могут быть: высокие аппаратные требования, сложности с обучением (обучение может занимать от нескольких дней до нескольких недель, для высокой точности необходимо использование огромных наборов данных).

Применение нейронной сети на производстве может рассматриваться как технологическая роскошь [8], однако может окупить себя, существенно снижая финансовые потери при страховых выплатах, выплатах сотрудникам, пострадавшим в результате несчастных случаев, а также ремонте и восстановлении дорогостоящего оборудования и связанных с ними простоях.

Предотвращение аварий станка ЧПУ с помощью нейронной сети поможет сэкономить огромные финансовые средства: это стоимость замены шпинделя, других повреждённых или вышедших из строя частей оборудования; простой, связанный с повреждением и ремонтом оборудования. Так же страховые компании снижают тарифы на 15-30% для предприятий с AI-системами безопасности.

Источники

1. Технологии глубокого обучения нейронных сетей в задачах видеоанализа / Ярышев С.Н., Рыжова В.А. // СПб: Университет ИТМО, 2022. С. 82.
2. Применение алгоритмов обработки изображений свёрточных нейронных сетей в качестве основы для разработки системы поддержки принятия решения / Недвигин А.Р., Синецкий Р.М. // Известия вузов; северо-кавказский регион; технические науки 2025, № 1. С. 53–59.
3. Применение искусственного интеллекта при работе с мультимедийной информацией / Кабанова В.В., Логунова О.С. // Вестник Череповецкого государственного университета. 2022. №6. С. 44-46.
4. GitHub for enterprises. Ultralytics. Yolov8. URL: https://github.com/ ultralytics/YOLOv8_requirements/blob/master / (дата обращения: 18.03.2025).
5. Train SSD300 VGG16 Model from Torchvision on Custom Dataset/ Сайт – URL: https://debuggercafe.com/train-ssd300-vgg16/ (дата обращения 21.02.2025).
6. Метрики в задачах машинного обучения. Блог компании Open Data Science. URL: https://habr.com/ru/company/ods/blog/328372/ (дата обращения 20.03.25).
7. Методика предобработки данных машинного обучения для решения задач компьютерного зрения / Трубин А. Е., Морозов А. А., Зубанова А. Е., Ожередов В. А., Корепанова В. С., Курилин С. П. // Прикладная информатика. 2022. №4. С. 36-39.
8. Цеева, Ф. М. Автоматизация производства с использованием нейронных сетей и глубокого обучения / Ф. М. Цеева, А. С. Верещагина, С. Г. Николаева // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, №12(153). С. 12-19.

УДК 004.93

АКУСТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Матвеева Ксения Алексеевна, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
ksmatveeva2001@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Решается задача разработки сверточной нейросетевой модели акустического обнаружения транспортных средств аварийно-спасательных служб. Для построения модели использован общедоступный набор данных «Emergency Vehicle Siren» из базы Kaggle. Произведена подготовка данных к анализу. Объем тренировочной, валидационной и тестовой выборок составил 384, 96 и 120 соответственно. Для обучения модели выбраны соответствующие библиотеки. Обучение проводилось в течение 20 эпох. Точность модели на тренировочной выборке данных составила 97,7%, на валидационной – 95,8%. Для оценки адекватности модели использована тестовая выборка данных. Результаты тестирования показали адекватность модели и возможности ее практического использования.

Ключевые слова: сверточная нейронная сеть, моделирование, классификация аудиосигналов, акустическое обнаружение, аварийно-спасательная служба.

ACOUSTIC DETECTION OF EMERGENCY VEHICLES BASED ON NEURAL NETWORK MODELING

Matveeva Ksenia Alekseevna, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
ksmatveeva2001@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Abstract. The problem of developing a convolutional neural network model for acoustic detection of emergency rescue vehicles is solved. The publicly available Emergency Vehicle Siren dataset from the Kaggle database was used to build the model. The data was prepared for analysis. The volume of training, validation and test samples was 384, 96 and 120, respectively. The corresponding libraries were selected for training the model. Training was carried out over 20 epochs. The accuracy of the model on the training data set was 97.7%, on the validation data set - 95.8%. A test data set was used to assess the adequacy of the model. The testing results showed the adequacy of the model and the possibilities of its practical use.

Keywords: convolutional neural network, modeling, audio signal classification, acoustic detection, emergency rescue service.

Транспортные средства аварийно-спасательных служб оснащены специализированными звуковыми сиренами, основная функция которых заключается в оперативной и эффективной идентификации экстренных служб в условиях городского трафика [1]. Несмотря на наличие звуковых сигналов, дорожные пробки и задержки на светофорах могут существенно усложнить работу таких служб, создавая препятствия для своевременного оказания необходимой помощи [2].

Одним из перспективных направлений для минимизации задержек в оказании помощи аварийно-спасательными службами является интеграция систем обнаружения сирен с технологиями искусственного интеллекта [3-6], в частности, со сверточными нейронными сетями [7-10]. Внедрение систем обнаружения сирен позволит диспетчерам эффективно регулировать движение на перекрестках, изменяя статус светофоров и обеспечивая свободный проезд экстренных автомобилей через загруженные участки дороги.

Разработка сверточной нейросетевой модели для акустического обнаружение транспортных средств аварийно-спасательных служб включает в себя следующие этапы [11]:

- сбор и подготовка исходных данных (звуков сирен транспортных средств аварийно-спасательных служб);
- выбор библиотек для нейросетевого моделирования;
- построение архитектуры нейросетевой модели;
- обучение нейросетевой модели;
- тестирование и оценка адекватности разработанной модели.

Рассмотрим реализацию указанных этапов.

В работе для нейросетевого моделирования использован общедоступный набор данных «Emergency Vehicle Siren» из репозитория Kaggle [12]. Этот набор сформирован вручную путем извлечения звуковых записей из источников, доступных на интернет-сайтах. Набор данных содержит 3 класса аудиосигналов: звуки сирен автомобилей скорой помощи и пожарных машин, а также шум городского трафика. Каждая категория содержит 200 звуковых файлов.

Исходная информация, содержащаяся в стандартной аудиозаписи, непригодна для обучения нейронных сетей, что делает необходимым извлечение специфических признаков, на основе которых модель сможет эффективно функционировать [13]. Для обучения сверточной нейронной сети использована техника извлечения спектрограмм звуков с помощью вызова функции librosa.feature. melspectrogram() библиотеки librosa. Полученные спектрограммы представляют собой набор графических визуализаций звуков сирен различных аварийно-спасательных служб, в которых отображены ключевые характеристики звукового сигнала на различных частотных диапазонах.

После предобработки исходных данных случайным образом сформированы обучающая (80% от исходных данных) и тестовая (20%) выборки. Обучающая в свою очередь поделена на две подвыборки: тренировочную (80% от обучающей) и валидационную (20%). В результате объем тренировочной, валидационной и тестовой выборок составил 384, 96 и 120 аудиозаписей соответственно. Для обучения сверточной нейросетевой модели выбраны следующие библиотеки [14-17]: Librosa, TensorFlow, NumPy, Matplotlib и Keras.

Для решения поставленной задачи разработана двумерная сверточная нейронная сеть, архитектура которой представлена в таблице 1.

Табл. 1. Архитектура разработанной нейросетевой модели

№ п/п	Тип слоя	Размерность выходных данных	Число параметров
1	Conv2D	None, 126, 126, 32	320
2	MaxPooling2D	None, 63, 63, 32	0
3	Conv2D	None, 61, 61, 64	18496
4	MaxPooling2D	None, 30, 30, 64	0
5	Conv2D	None, 28, 28, 64	73856
6	MaxPooling2D	None, 14, 14, 128	0
7	Conv2D	None, 12, 12, 256	295168
8	MaxPooling2D	None, 6, 6, 256	0
9	Flatten	None, 9216	0
10	Dense	None, 512	4719104
11	Dropout	None, 512	0
12	Dense	None, 256	131328
13	Dense	None, 3	771

Обучение модели проводилось в течение 20 эпох. Точность акустического обнаружения транспортных средств аварийно-спасательных служб на тренировочной выборке составила 97,7%, на валидационной – 95,8% (см. рис. 1).

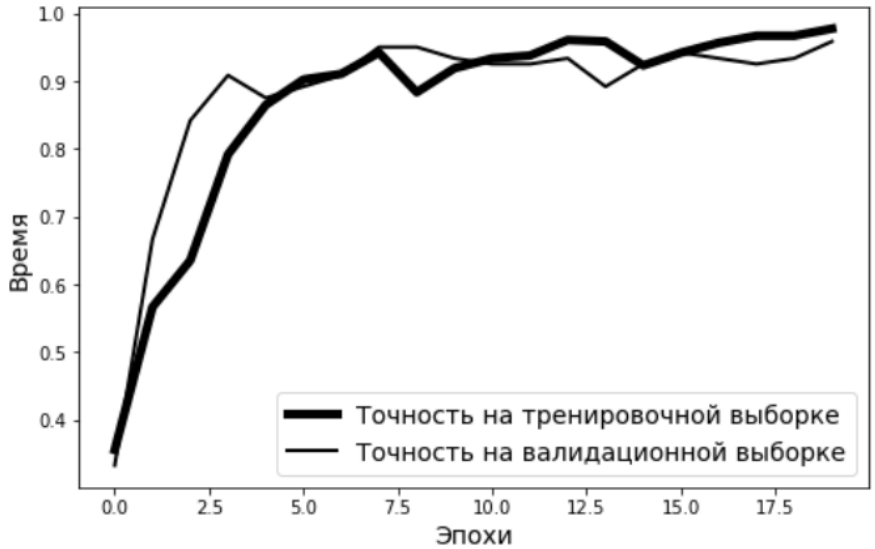


Рис. 1. График изменения точности во время обучения нейросетевой модели

Для проверки адекватности нейросетевой модели использован тестовый набор данных [18-20]. Результаты тестирования представлены в таблице 2.

Табл. 2. Результаты тестирования модели

Класс	Точность (Precision)	Полнота (Recall)	F1-мера (F1-score)	Меткость (Accuracy)
Скорая помощь	97,4%	92,5%	94,9%	95,8%
Пожарная машина	97,6%	100%	98,8%	
Шум городского трафика	92,7%	95%	93,8%	

Результаты указывают на адекватность построенной нейросетевой модели с точки зрения решения задачи акустического обнаружения транспортных средств аварийно-спасательных служб. Таким образом, модель может быть эффективно использована для регулирования движения на перекрестках путем смены статуса светофоров для обеспечения свободного проезда аварийно-спасательных служб через загруженные участки дорог.

Источники

1. Чернышев Ю.О., Кубил В.Н. Обзор динамических задач маршрутизации транспорта // Программные продукты и системы. 2020. № 3. С. 491-501.
2. Люлько О.М., Фролова Л.П., Зверева Н.С. Организация работы региональной службы медицины катастроф при реагировании на авиационные происшествия на аэродроме // Вестник Медицинского института непрерывного образования. 2024. Т. 4. № 4. С. 17-20.
3. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Ахметшин Д.А. Роль технологий искусственного интеллекта в цифровой трансформации транспортной отрасли // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 7. № 10 (139). С. 47-53.
4. Подольская М.А., Катасёв А.С. Применение систем искусственного интеллекта для диагностического процесса в вертеброневрологии // Казанский медицинский журнал. 2007. Т. 88. № 4. С. 346-351.
5. Катасёв А.С., Подольская М.А. Новая информационная технология: искусственный интеллект в обработке медицинских данных // Неврологический вестник. 2006. Т. 38. № 3-4. С. 85-90.
6. Сибгатуллин А.А., Катасёв А.С. Интеллектуальные модели оценки функционального состояния водителей в системах транспортной безопасности // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 139-143.
7. Матвеева К.А., Минниханов Р.Н., Катасёв А.С. Сверточная нейросетевая модель акустического обнаружения аварийно-спасательных машин // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 1. С. 76-80.

8. Лисов А.А., Кулганатов А.З., Панишев С.А. Акустическое обнаружение транспортных средств аварийных служб с использованием сверхточных нейронных сетей // Инновационные транспортные системы и технологии. 2023. Т. 9. № 1. С. 95-107.

9. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Кунафина Л.Н. Сверточная нейросетевая модель сортировки бытовых отходов // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 101-105.

10. Минниханов Р.Н., Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Скибин В. Нейросетевые сверточные модели обнаружения и распознавания сигналов светофора // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 11. С. 199-205.

11. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

12. Карпова А.Е. Kaggle – платформа для анализа данных // Вестник магистратуры. 2018. № 12-4 (87). С. 48-49.

13. Мухаматханова А.Т., Опарина Т.М. Модель распознавания пола диктора на основе аудиоданных // Математические структуры и моделирование. 2023. № 4 (68). С. 93-99.

14. Воробьёва Ю.Н., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нейросетевая модель выявления DDoS-атак // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 94-98.

15. Смольянинов В.А., Гришунов С.С., Белов Ю.С. Нейросетевая модель для распознавания дорожных знаков // Научное обозрение. Технические науки. 2021. № 3. С. 50-54.

16. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.

17. Пырнова О.А., Кузнецов М.Г., Никоноров Д.П. Использование сверточной нейронной сети для выявления заболеваний растений // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 369-372.

18. Архипов В.А. Сравнительный анализ метрик качества для моделей бинарной классификации на примере кредитного скоринга // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 9-2. С. 12-15.

19. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.

20. Нургалиев Б.Х., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания изображений типа Captcha // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 104-107.

УДК 004.89

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НЕЧЕТКИХ БАЗ ЗНАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОНЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЫ

Матвеева Ксения Алексеевна, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
ksmatveeva2001@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена технология для формирования нечетких баз знаний интеллектуальных систем. Показано, что классические методы инженерии знаний в настоящее время не всегда эффективны для формирования нечетких правил. Актуализирована целесообразность использования для этого технологий и инструментов интеллектуального анализа данных. Одним из эффективных инструментов формирования нечетких баз знаний на основе анализа данных являются нечеткие нейронные сети. Рассмотрена реализация нечеткой нейронной сети в программном комплексе «Нейронечеткая система формирования нечетких моделей оценки дискретного состояния объектов». Описаны этапы формирования базы знаний с использованием программного комплекса. Показано, что нейронечеткая система является эффективным инструментом для формирования нечетких баз знаний.

Ключевые слова: нечеткая логика, база знаний, нейронечеткая система, нечеткая нейронная сеть, нейронечеткая модель.

TECHNOLOGY OF FORMING A FUZZY KNOWLEDGE BASES USING A NEURO-FUZZY SYSTEM

Matveeva Ksenia Alekseevna, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
ksmatveeva2001@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Abstract. The technology for forming fuzzy knowledge bases of intelligent systems is considered. It is shown that classical methods of knowledge engineering are currently not always effective for forming fuzzy rules. The expediency of using technologies and tools of data mining for this purpose is updated. One of the effective tools for forming fuzzy knowledge bases based on data analysis is fuzzy neural networks. The implementation of a fuzzy neural network in the software package "Neuro-fuzzy system for forming fuzzy models for assessing the discrete state of objects" is considered. The stages of forming a knowledge base using the software package are described. It is shown that the neuro-fuzzy system is an effective tool for forming fuzzy knowledge bases.

Keywords: fuzzy logic, knowledge base, neuro fuzzy system, fuzzy neural network, neuro fuzzy model.

В настоящее время интеллектуальные системы [1-3] прочно вошли в нашу жизнь и используются для решения широкого класса задач [4-7]: от задач медицинской диагностики до управления беспилотными транспортными средствами. Отдельным классом интеллектуальных систем являются нечеткие системы [8] или нечеткие экспертные системы [9, 10]. Основным компонентом таких систем являются нечеткие базы знаний [11].

Вопрос формирования таких баз знаний остро стоит на повестке дня в современной науке [12-14]. Классические экспертные методы [15-17], эффективно используемые для этого еще 10-15 лет назад, в настоящее время не всегда бывают пригодны. При этом технологии интеллектуального анализа данных и извлечения из них полезных знаний для экспертных систем находят все большее применение у современных исследователей [18].

Одним из эффективных инструментов формирования нечетких баз знаний на основе анализа данных являются нечеткие нейронные сети (ННС) [19]. В [20] для формирования баз знаний предложена нейронечеткая система (см. рис. 1).

Формирование базы знаний с использованием этой системы включает следующие этапы:

1. Загрузка данных. Исходные данные, представленные в формате .txt или .xlsx, загружаются в программный комплекс для дальнейшей обработки.

2. Выбор количества градаций входных параметров. Следует определяет необходимое количество градаций для каждого из анализируемых параметров.

3. Выбор количества нечетких нейронных сетей и параметров генетического алгоритма [21-23]. Необходимо задать количество нечетких нейронных сетей, которые будут использованы для моделирования, а также параметры генетического алгоритма, применяемого для оптимизации структуры и параметров нечеткой нейронной сети.

4. Генерация обучающей и тестовой выборок.

5. Инициализация функций принадлежности для нечетких правил. Определяются начальные значения функций принадлежности, описывающих нечеткие термы входных и выходных параметров. Эти функции будут изменяться в процессе обучения нечеткой нейронной сети.

6. Формирование начальной базы нечетких правил, связывающих входные параметры с выходными. Эти правила будут оптимизироваться в ходе обучения нечеткой нейронной сети.

7. Обучение нечетких нейронных сетей и формирование базы знаний. Для этого используется обучающая выборка данных, на основе которой происходит оптимизация структуры и параметров нечетких нейронных сетей с использованием генетического алгоритма. В результате формируется база нечетких правил, которая и составляет итоговую базу знаний.

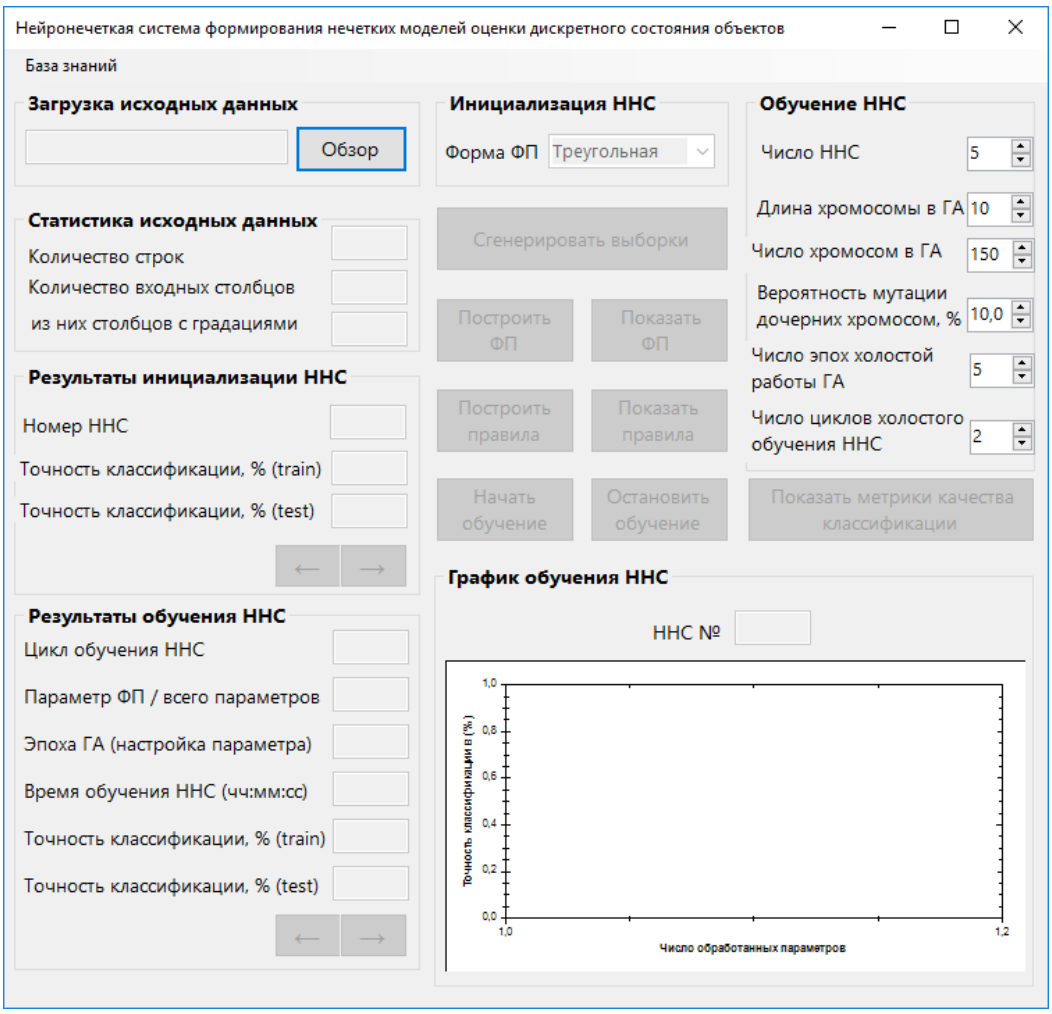
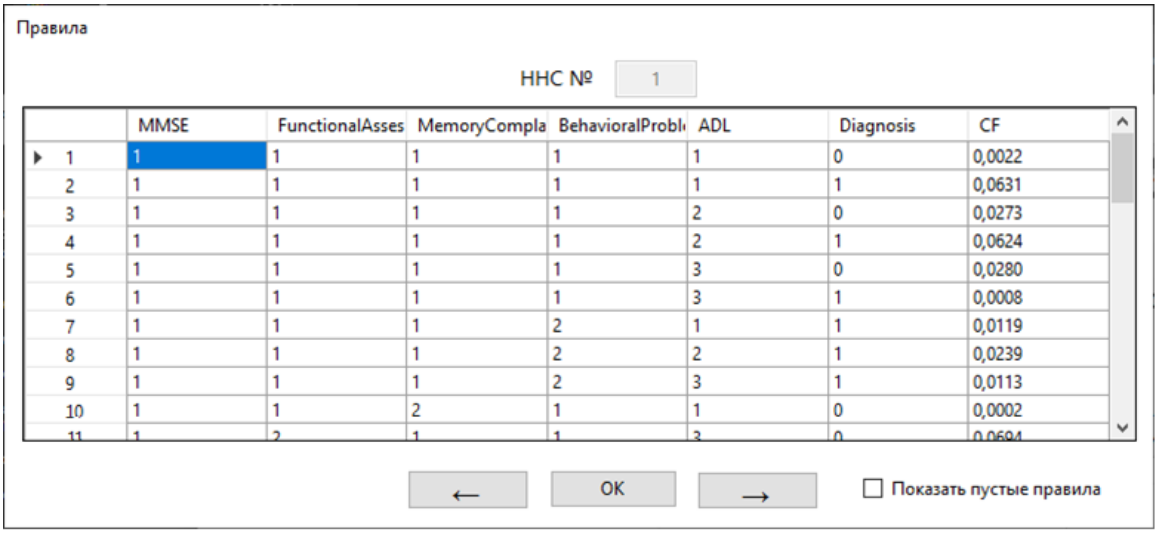


Рис. 1. Главное окно нейронечеткой системы

После завершения обучения появляется возможность просмотра функций принадлежности и нечетких правил базы знаний (см. рис. 2).



	MMSE	FunctionalAsses	MemoryCompla	BehavioralProbl	ADL	Diagnosis	CF
1	1	1	1	1	1	0	0,0022
2	1	1	1	1	1	1	0,0631
3	1	1	1	1	2	0	0,0273
4	1	1	1	1	2	1	0,0624
5	1	1	1	1	3	0	0,0280
6	1	1	1	1	3	1	0,0008
7	1	1	1	2	1	1	0,0119
8	1	1	1	2	2	1	0,0239
9	1	1	1	2	3	1	0,0113
10	1	1	2	1	1	0	0,0002
11	1	2	1	1	3	0	0,0694

Рис. 2. Пример сформированной базы знаний

В этом окне правила представлены в виде строк таблицы, где значениями 1, 2 и 3 входных параметров закодированы их нечеткие градации «малый»,

«средний», «большой», а значениями выходного параметра Diagnosis являются классы наличия болезни Альцгеймера (0 – «отсутствует», 1 – «присутствует»), CF – это вес правила. Когда при оценке состояния объекта активируется несколько правил, в качестве решающего может быть выбрано то, весовой коэффициент которого является наибольшим.

После завершения обучения ННС все результаты, полученные в ходе формирования базы знаний, а также сопутствующая информация, сохраняются в отдельной директории.

Источники

1. Каляшина А.В., Смирнов Ю.Н. Исследование возможностей языка программирования Python для создания интеллектуальных систем сканирования багажа // Инженерный вестник Дона. 2024. № 8 (116). С. 629-637.
2. Мустахитдинова Ю.А., Зарипова Р.С. Интеллектуальная рекомендательная система подбора будущей профессии для абитуриентов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. № 3. С. 13-15.
3. Садриев Р.Р., Головко А.И., Зарипова Р.С. Роль искусственного интеллекта в современном образовательном пространстве // Казанская наука. 2024. № 3. С. 149-151.
4. Подольская М.А., Катасёв А.С. Применение систем искусственного интеллекта для диагностического процесса в вертеброневрологии // Казанский медицинский журнал. 2007. Т. 88. № 4. С. 346-351.
5. Катасёв А.С., Подольская М.А. Новая информационная технология: искусственный интеллект в обработке медицинских данных // Неврологический вестник. 2006. Т. 38. № 3-4. С. 85-90.
6. Пырнова О.А. Метод интеллектуального анализа данных для диагностики хронических заболеваний почек // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 254-256.
7. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нечёткая экспертная система диагностики маслонаполненных силовых трансформаторов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 148-154.
8. Катасёв А.С., Абдулхаков А.Р. Редукция нечетких правил в задаче оптимизации баз знаний экспертных систем // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2012. № 3. С. 110-115.
9. Лысенко А.Ф. Нечеткая логика в моделях экспертных систем // Вопросы науки и образования. 2018. № 16 (28). С. 7-9.
10. Глушенко С.А. Анализ программных средств реализации нечетких экспертных систем // Программные системы и вычислительные методы. 2017. № 4. С. 77-88.

11. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.

12. Зарипова Р.С., Халуева В.В. Анализ функционирования системы оценки знаний обучающихся // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. Т. 10. № 5. С. 31-35.

13. Катасёв А.С. Нейронечеткая модель формирования правил классификации, как эффективный аппроксиматор объектов с дискретным выходом // Кибернетика и программирование. 2018. № 6. С. 110-122.

14. Шайхутдинова И.И., Гайнцева Е.С. Формирование базы знаний для литья алюминиевых сплавов // Литейное производство. 2024. № 5. С. 34-37.

15. Поповская С.А., Серебряков В.Г., Серебрякова Т.А. Инженерия знаний и экспертные системы // Colloquium-Journal. 2019. № 1-7 (25). С. 50-51.

16. Богаткина Ю.Г., Степанкина О.А. Проблемы инженерии знаний в нефтегазовых инвестиционных проектах // Автоматизация и информатизация ТЭК. 2022. № 3 (584). С. 26-30.

17. Глова В.И., Аникин И.В., Катасёв А.С. Система предупреждения аварий оборудования в процессах поддержания пластового давления // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2006. № 2. С. 46-49.

18. Сибгатуллин А.А., Катасёв А.С. Интеллектуальные модели оценки функционального состояния водителей в системах транспортной безопасности // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 139-143.

19. Катасёв А.С. Нейронечеткая модель и программный комплекс автоматизации формирования нечетких правил для оценки состояния объектов // Автоматизация процессов управления. 2019. № 1 (55). С. 21-29.

20. Катасёв А.С., Дагаева М.В., Хасбиуллин М.Ф. Нейронечеткая система формирования нечетких моделей оценки дискретного состояния объектов // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 60-63.

21. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Редукция нейросетевых моделей на основе метода двухэтапной генетической оптимизации // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 71-75.

22. Абдулхаков А.Р., Катасёв А.С. Кластерно-генетический метод редукции баз знаний интеллектуальных систем // Фундаментальные исследования. 2015. № 5-3. С. 471-475.

23. Кравчук В.А. Использование генетического алгоритма в обучении с подкреплением // Экономика и качество систем связи. 2022. № 2 (24). С. 31-40.

УДК 004.8

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ АДАПТАЦИИ ПАРАМЕТРОВ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ДИАЛЕКТОЛОГИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ

Матвиенко Даниил Владимирович, Половинкина Юлия Станиславовна
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»,
г. Архангельск, Россия
matvienko.d2003@yandex.ru, u.polovinkina@narfu.ru

Аннотация. Исследование посвящено сравнительному анализу методов параметрической адаптации нейросетевой модели для повышения эффективности распознавания рукописных диалектологических текстов на базе модели-трансформера, предобученной на русскоязычном рукописном корпусе.

Ключевые слова: LoRA, DoRA , нейросетевая модель, задача распознавания текста, библиотека PEFT, модель TrOCR.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR ADAPTATION OF NEURAL NETWORK MODEL PARAMETERS FOR RECOGNITION OF HANDWRITTEN DIALECTOLOGICAL TEXTS

Matvienko Daniil Vladimirovich, Polovinkina Yuliya Stanislavovna
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia
matvienko.d2003@yandex.ru, u.polovinkina@narfu.ru

Abstract. The study is devoted to a comparative analysis of methods of parametric adaptation of a neural network model to improve the efficiency of recognition of handwritten dialectological texts based on a transformer model pre-trained on a Russian-language handwritten corpus.

Keywords: LoRA, DoRA , neural network model, text recognition task, PEFT library, TrOCR model.

В САФУ им. М. В. Ломоносова в течение многих лет ведутся диалектологические экспедиции по Архангельской области, в ходе которых собираются рукописные материалы, фиксирующие фонетические, лексические и грамматические особенности северных говоров [1]. Значительная часть этих данных до сих пор остается необработанной и хранится в виде рукописных карточек, требующих оцифровки и распознавания для последующего изучения и анализа. Дополнительную сложность представляет наличие в текстах

специальных символов, применяемых при записи диалектных особенностей. Пример такого материала приведен на рис. 1.

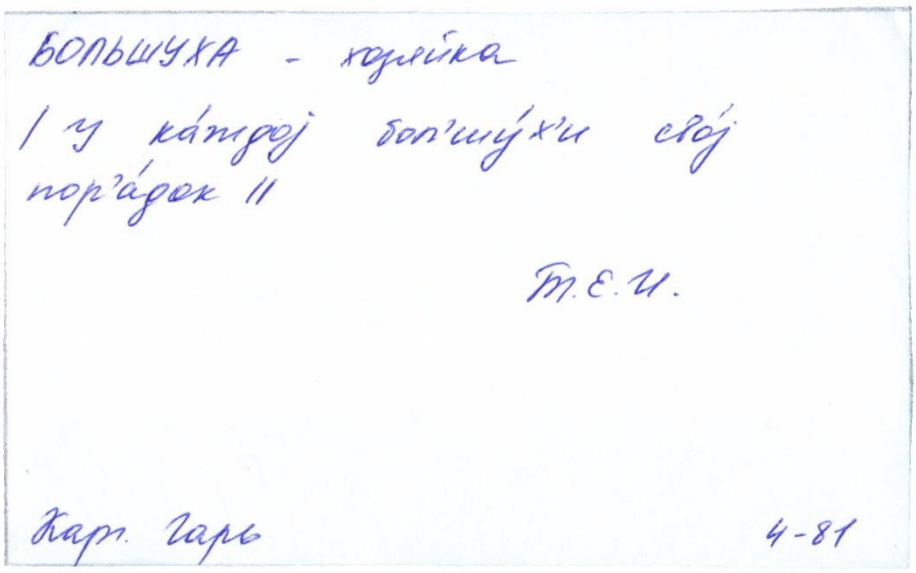


Рис. 1. Пример рукописной карточки

В работе задача распознавания материалов диалектологических экспедиций решается с помощью нейросетевой модели. Поскольку готового набора данных со специальными символами в открытых источниках не найдено, то для тонкой настройки сети создан датасет на основе имеющегося рукописного материала.

Для дообучения модели использовались методы PEFT, поскольку они позволяют эффективно адаптировать предобученную архитектуру к специфике диалектных текстов, снижая вычислительные затраты и требуемый объем размеченных данных. Пример датасета представлен на рис 2.

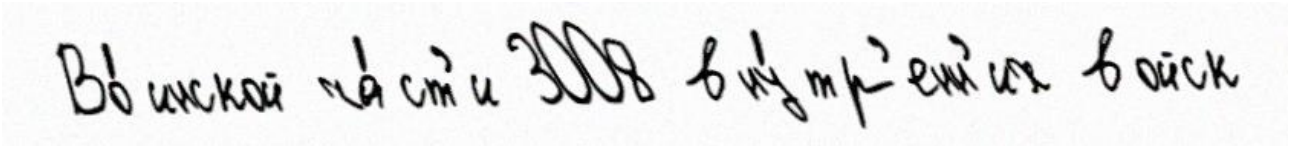


Рис. 2. Пример изображения из созданного датасета

Подход к обучению сетей PEFT (Parameter-Efficient Fine-Tuning) представляет собой набор методов, которые позволяют настраивать у предварительно обученных нейросетевых моделей только необходимую часть параметров, определяемую особенностями решаемой задачи или набора данных [2].

Существующие PEFT методы можно разделить на четыре категории [3]:

1. Addition-based;
2. Selection-based;
3. Reparametrization-based;
4. Hybrid-based.

В данной работе основное внимание уделяется третьей категории – методам, основанным на перепараметризации. Из существующих подходов (рис. 3) для дальнейшего сравнительного анализа выбраны два наиболее популярных: LoRA (Low-Rank Adaptation) и DoRA (Weight-Decomposed Low-Rank Adaptation).

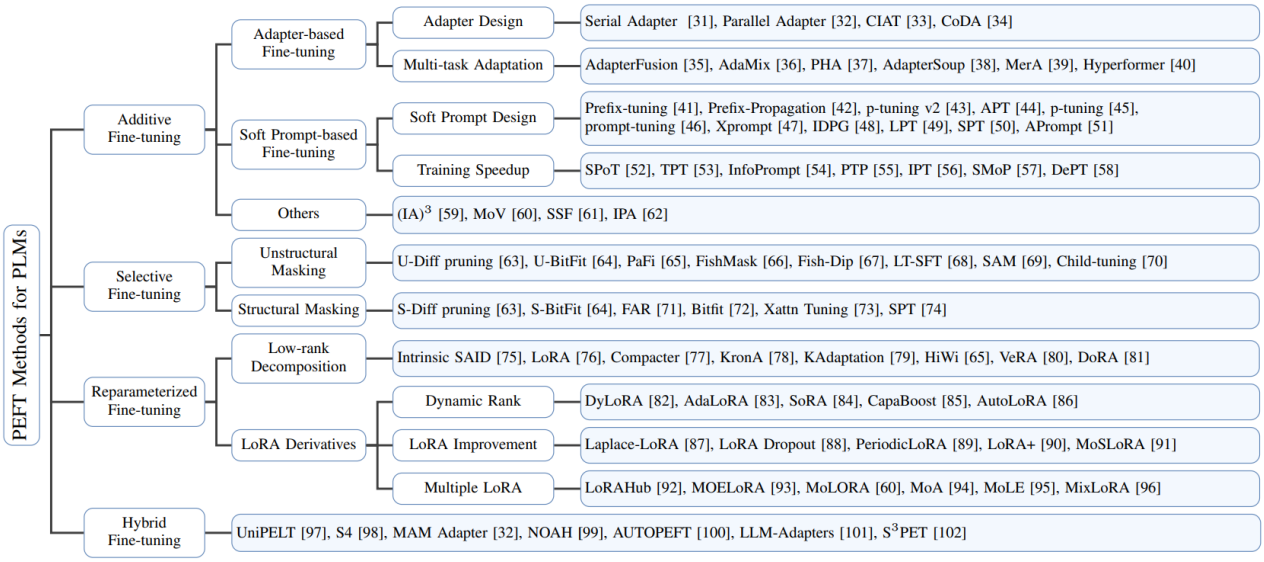


Рис. 3. Классификация методов PEFT

LoRA (Low-Rank Adaptation) – это метод эффективного дообучения нейронных сетей, при котором модели адаптируются к новым задачам путём введения дополнительных обучаемых матриц малой размерности, при этом основная часть параметров исходной модели замораживается. Вместо полного обновления всех весов LoRA добавляет к слоям модели низкоранговые весовые матрицыв, которые обучаются для коррекции выходных данных. Это позволяет значительно сократить число настраиваемых параметров, снизить потребление памяти и ускорить обучение, сохраняя при этом высокое качество адаптации модели [4].

DoRA (Weight-Decomposed Low-Rank Adaptation) – это метод параметрически эффективного дообучения, при котором веса слоёв модели разделяются на две независимо обучаемые компоненты: направление (нормализованная матрица, задающая вектор изменений) и магнитуду (скаляр, определяющий интенсивность изменений). Направление корректируется через низкоранговые матрицы весов (как в LoRA), а магнитуда обучается отдельно,

что позволяет более гибко адаптировать модель к новым задачам. Основные параметры модели остаются замороженными, а обновляются только декомпозированные компоненты. При этом сохраняется вычислительная эффективность и улучшается контроль над адаптацией по сравнению с классической LoRA [5].

Для повышения эффективности распознавания рукописных диалектологических текстов проведена настройка конфигурации методов LoRA и DoRA с использованием библиотеки PEFT от Hugging Face [6]. Адаптация методов осуществлялась для модели-трансформера TrOCR, предварительно обученной на русскоязычном рукописном корпусе [7].

Архитектура TrOCR включает два ключевых компонента:

1. энкодер – предобученная трансформерная модель для обработки изображений;
2. декодер – предобученная трансформерная модель для генерации текста.

Оба метода (LoRA и DoRA) применены к параметрам как энкодера, так и декодера. Качество работы модели оценивалось с помощью стандартных метрик: CER (Character Error Rate, ошибка по символу) и WER (Word Error Rate, ошибка по слову).

Эксперименты показали, что применение методов PEFT приводит к существенному сокращению количества обучаемых параметров модели. Исходная архитектура TrOCR, содержащая 333 921 792 параметра, при использовании методов LoRA и DoRA демонстрирует уменьшение обучаемых параметров до минимального значения в 1 124 352, причём конкретная степень сокращения напрямую зависит от выбранного метода адаптации.

Наилучшие результаты достигнуты при использовании метода DoRA для адаптации как энкодера, так и декодера модели. В данной конфигурации количество обучаемых параметров было минимальным, при этом наблюдалось устойчивое улучшение метрик качества: ошибка по символу и ошибка по слову снизились более чем на 5% по сравнению с базовой моделью без применения методов PEFT.

Однако комбинированный подход с применением DoRA для энкодера и LoRA для декодера показал отрицательную динамику. В этом случае произошло ухудшение ключевых метрик: показатель WER увеличился на 8%, а значение CER возросло на 0.5% относительно исходной модели. Эти результаты свидетельствуют о том, что не все комбинации методов адаптации одинаково эффективны для решения задачи распознавания рукописных диалектологических текстов.

Таким образом, сравнительный анализ наглядно продемонстрировал, что метод DoRA, применённый комплексно к обоим компонентам модели,

обеспечивает оптимальное сочетание сокращения вычислительных затрат и повышения точности распознавания, в то время как смешанные стратегии адаптации могут приводить к снижению качества модели.

Источники

1. Ненашева Л. В., Шурыкина Л. С. Электронный словарь архангельских говоров // АиС. 2024. №55. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnyy-slovar-arhangelskih-govorov (дата обращения: 17.03.2025).
2. IBM [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа : https://www.ibm.com/think/topics/parameter-efficient-fine-tuning, свободный (дата обращения: 17.03.2025).
3. Parameter-Efficient Fine-Tuning for Large Models: A Comprehensive Survey [Электронный ресурс] / Zeyu Han, Chao Gao, Jinyang Liu, Jeff Zhang, Sai Qian Zhang // arXiv. – 2024. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2403.14608, свободный (дата обращения: 19.03.2025).
4. LoRA: Low-Rank Adaptation of Large Language Models [Электронный ресурс] / Edward Hu, Yelong Shen, Phillip Wallis, Zeyuan Allen-Zhu, Yuanzhi Li, Shean Wang, Lu Wang, Weizhu Chen // arXiv. – 2021. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2106.09685, свободный (дата обращения: 20.03.2025).
5. DoRA: Weight-Decomposed Low-Rank Adaptation [Электронный ресурс] / Shih-Yang Liu, Chien-Yi Wang, Hongxu Yin, Pavlo Molchanov, Yu-Chiang Frank Wang, Kwang-Ting Cheng, Min-Hung Chen // arXiv. – 2024. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2402.09353, свободный (дата обращения: 20.03.2025).
6. PEFT [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа : https://github.com/huggingface/peft, свободный (дата обращения: 20.03.2025). – Загл. с экрана.
7. TrOCR-base-Ru [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: https://huggingface.co/raxtemur/trocr-base-ru, свободный (дата обращения: 20.03.2025). – Загл. с экрана.

УДК 004.832.22

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИНСТРУМЕНТ НАУЧНОГО ИЗДАТЕЛЬСТВА И ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

Меркурьев Максим Алексеевич
ДВФУ, г. Владивосток, Россия
cabamax@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние ИИ на научные издательства, его возможности и ограничения. Рассматриваются ИИ-инструменты для рецензирования, редактирования и анализа данных, а также проблемы их надежности и этичности. Обсуждаются стратегии регулирования ИИ: запрет или адаптация с раскрытием его использования. Отмечается необходимость разработки стандартов для интеграции ИИ в научную среду.

Ключевые слова: искусственный интеллект, научное издательство, цифровые инструменты, этика ИИ, плагиат.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR SCIENTIFIC PUBLISHING AND RESEARCH

Merkurev Maxim Alekseevich
FEFU, Vladivostok, Russia
cabamax@yandex.ru

Abstract. The article examines the impact of AI on scientific publishing, its capabilities and limitations. It considers AI tools for reviewing, editing and analyzing data, as well as issues of their reliability and ethics. It discusses strategies for regulating AI: banning or adapting with disclosure of its use. It notes the need to develop standards for integrating AI into the scientific environment.

Keywords: artificial intelligence, scientific publishing, digital tools, AI ethics, plagiarism.

Искусственный интеллект стал одним из ведущих понятий в различных отраслях, в том числе в сфере издания научной литературы. Его развитие и открытие для свободного пользования внесло существенные изменения в модель взаимодействия редакторской коллегии с исследователями. В связи с этим у организаций появилась новая задача: определить, как использовать появившиеся инструменты с максимальной пользой и как обезопасить себя от возможных проблем.

Программа с искусственным интеллектом – компьютерная система, имитирующая мыслительные процессы человека или живых существ,

способная с определенной степенью автономности воспринимать информацию, обучаться и принимать решения на основе анализа больших массивов данных. Существует множество разновидностей программ с ИИ, выделяемых на основе выполняемых ими задач. Для издательского бизнеса наибольший интерес представляет генеративный ИИ. Опыт интеграции ИИ в редакционно-издательский процесс показал, что их использование способствует снижению рабочей нагрузки [1].

Данные инструменты потенциально могут оказать помощь редакторам и рецензентам в оценке рукописей по формальным признакам, а также при контроле за соблюдением авторами требований издательства. Тем не менее данные технологии не способны понимать новую информацию, генерировать идеи или проводить глубокий анализ. ИИ не может достоверно оценить: подходят ли используемые методы, подтверждают ли представленные данные сделанные выводы и д. т.

У инструментов ИИ на данный момент существует ряд ограничений. Так, например, они не защищены от ошибок. Причём на поиск потенциальных погрешностей может уйти больше времени, чем на решение самой задачи. Данные технологии могут использовать устаревшие данные, игнорируя актуальные. Кроме того, на данный момент как таковой нет задокументированной практики применения этих технологий, а также не известны отдалённые последствия их использования.

По мнению Робин Магридж – руководителя отдела издательства Frontiers, разработавшего систему AIRA (Artificial Intelligence Review Assistant) – инструменты ИИ предназначены исключительно для поддержки редакторов и рецензентов, а не для того, чтобы «брать на себя их работу, так как именно принятие решений людьми на основе полученных данный является ключом к любому инструменту ИИ» [1]. Таким образом, только редакторы и рецензенты могут принять окончательное решение, подходит ли статья для публикации.

На сегодняшний день существует множество инструментов с ИИ в издательском деле. На основе функциональных возможностей среди ни них можно выделить сервисы: поиска источников цитирования (Iris, Source Data и др.), рекомендации научного журнала (LetPub. OA Journal и др.) и библиографических ссылок (SciRef, Citavi и др.), оценки качества оформления статьей (AIRA, SmartEdit и др.), проверки на плагиат (iThenticate, «Антиплагиат» и др.), помощи в написании и в редактировании материалов (Grammarly, AI Writer и др.). Подавляющая часть этих программ создана зарубежными компаниями для работы с англоязычными текстами. Кроме того, большинство из них является составной частью глобальных издательских систем, недоступных для использования в России из-за санкционного давления.

Среди отечественных организаций в сфере разработке издательских инструментов ИИ лидирует московский «Центр научной информации НЭИКОН», с 2019 года разрабатывающий сервис для авторов и издателей «НейроАссистент научного издательства» на базе журналов «Elpub» [2]. Данное ПО направленно на решение конкретных задач, среди которых: рекомендация журнала, библиографических ссылок или ключевых слов, поиск источников цитирования, подбор журнала для публикации, оценка качества оформления статьи и качества её текста.

Необходимо отметить, что ИИ также может использоваться авторами при написании текста. Развитие и открытие для общедоступного пользования инструментов генеративного ИИ, таких как ChatGPT, усугубило проблему определения причастности исследователей к «своим» работам. Так, например, в 2023 году выпускник Российского государственного гуманитарного университета (РГГУ), написавший свою выпускную квалификационную работу с помощью ИИ (чат-бота ChatGPT), получил диплом о высшем образовании. Причём данная работа «набрала 82% оригинальности» [3].

В октябре 2023 года председатель Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования РФ Владимир Филиппов в ходе пресс-конференции сообщил о том, что отечественные вузы оказались не готовы к использованию студентами инструментов ИИ для написания курсовых и дипломных работ [4]. Также он указал, что широко используемая образовательными учреждениями система «Антиплагиат» на данный момент не может однозначно определить причастность ИИ к научному тексту, потому что она «создавалась до искусственного интеллекта» [4].

Кроме того, данные инструменты по-прежнему имеют ряд ограничений при написании текстов. В 2023 году было проведено исследование с участием учёных, имеющих разный опыт научной деятельности [5]. Им предложили использовать ChatGPT для формулирования гипотез, написания введения и аннотации, а также для анализа статистических данных. В результате было установлено, что инструменты ИИ не могут компенсировать недостаток опыта исследователя. Поскольку он не всегда может отличить ложные ответы генерируемые ИИ от верных или усомниться в правдивости полученной информации [5]. Таким образом, инструменты ИИ, подобные ChatGPT, не способны понимать новую информацию, генерировать идеи или проводить глубокий анализ, что ограничивает их использование в рамках работы над научной статьёй.

Издательское сообщество по-разному смотрит на использование авторами инструментов ИИ для написания статей. У организаций есть два варианта: полностью запретить использование инструментов, подобных ChatGPT, либо же обучить исследователей использовать эти инструменты с пользой и добиться их «прозрачного» использования авторами. Однако,

поскольку на данный момент не существует программ, которые могли бы однозначно определять использование инструментов ИИ в научных статьях [5], издательства всё больше склоняются ко второму варианту.

Так, например, в июле 2023 года редакция международного медицинского научного журнала JAMA (Journal of the American Medical Association) начала требовать от авторов подробного описания использования ими инструментов ИИ. Исследователям необходимо указывать применялись ли ИИ, машинное обучение, языковая модель или аналогичные технологии для создания или редактирования какого-либо контента в отправляемой публикации [6].

Кроме того, организации, ранее запретившие использование инструментов ИИ для написания работ, постепенно отменяют данные ограничения. Так, в ноябре 2023 года редакция журнала Science отозвал запрет на включение текста, сгенерированного ИИ в отправляемые рукописи [6]. Кроме того, издательство American Association for the Advancement of Science (AAAS) также объявило, что авторы могут использовать ИИ, если это указано в сопроводительных письмах, а подробная информация представлена в разделе «Методы» [6].

Тем не менее по мнению учредителя научного журнала «Прогрессивная экономика», входящего в перечень ВАК, Кристины Паниной «статьи с генерацией издания ВАК пропускать не будут» [7]. Также Кристина Ивановна отмечает отсутствие на данный момент у редакторских коллегий возможности точно определять вклад ИИ в текст рукописей [7].

В то же время предпринимаются попытки обучить исследователей использовать инструменты ИИ. Так, например, Казанский федеральный университет совместно с НИУ ВШЭ разработал программу повышения квалификации «Инновации в науке: использование ИИ для написания статей» [8]. В нём особое внимание уделяется работе над разделом обзора литературы. В ходе обучения участники учатся эффективно применять инструменты ИИ для улучшения навыков академического письма, а также для оптимизации процесса подготовки текста научных работ.

Подводя итоги, можно говорить о том, что языковые модели ИИ, подобные ChatGPT, не способны понимать новую информацию, генерировать идеи или проводить глубокий анализ. В сфере издательского дела сегодня существует множество инструментов ИИ. Тем не менее они не способны заменить профильных специалистов. По мнению исследователей эти инструменты предназначены только для поддержки редакторов и рецензентов, оставляя конечное решение на человеке.

Кроме того, развитие и открытие для общедоступного пользования инструментов генеративного ИИ, усугубило проблему определения причастности исследователей к «своим» работам. В связи с этим перед организациями представляются возможными две стратегии: полностью запретить использование

инструментов, подобных ChatGPT, либо же обучить исследователей использовать эти инструменты с пользой и добиться их «прозрачного» использования авторами. В вопросе применения ИИ исследователями при подготовке статей издательства всё больше склоняются ко второму варианту.

Однако, несмотря на то что мы рассмотрели некоторые спорные моменты использования ИИ в издательском деле, многие учёные относятся к данным технологиям положительно. Технологии ИИ развиваются стремительно, и они вполне могут стать дополнительным инструментом в «багаже» как издательства, так и автора.

Источники

1. Lazarus E. Artificial intelligence-assisted editorial tools: case studies / E. Lazarus // Science Editor. 2021. Т.44. №4. С. 138–140. URL: https://doi.org/10.36591/SE-D-4404-e7 (дата обращения: 18.01.2025).
2. НейроАссистент научного издательства [Электронный ресурс]. URL: https://na.neicon.ru/about/project (дата обращения: 20.01.2025).
3. Выпускник РГГУ, написавший диплом с помощью ChatGPT, получил документ о высшем образовании [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/news/722380/ (дата обращения: 21.01.2025).
4. Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России – 90 лет [Электронный ресурс]. URL: https://pressria.ru/20231010/955535528.html (дата обращения: 26.01.2025).
5. Guckenberger M., Andratschke N., Ahmadsei M. Potential of ChatGPT in facilitating research in radiation oncology? / M. Guckenberger, N. Andratschke, M. Ahmadsei // Radiotherapy and Oncology. 2023. №188. URL: https://www.thegreenjournal.com/article/S0167-8140(23)89788-2/fulltext (дата обращения: 19.01.2025).
6. 2023 in Review: Important updates in research and scholarly publishing [Электронный ресурс] // enago.com: [сайт]. 2024. URL: https://www.enago.com/academy/2023-important-updates/ (дата обращения: 20.01.2025).
7. Секреты написания ВАК статей: почему опасно использовать ИИ при написании научных статей [Электронный ресурс] // dzen.ru: [сайт]. 2024. URL: https://dzen.ru/a/ZZ1YiYZaWR2LLWOI (дата обращения: 17.01.2025).
8. ИИ как помощь в написании научных статей: курс для всех желающих [Электронный ресурс] // kpfu.ru: [сайт]. 2024. URL: https://kpfu.ru/ec/priglashaem-kolleg-iz-imo-443188.html (дата обращения: 13.01.2025).

УДК 7.05:004.8

ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦИФРОВОМ ДИЗАЙНЕ

Мильчакова Наталья Егоровна, Заусайлов Александр Сергеевич
МИРЭА–Российский технологический университет, г. Москва, Россия
zausailovsasha@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные проблемы и перспективы использования искусственного интеллекта в сфере цифрового дизайна. Анализируются как преимущества алгоритмического подхода, так и ключевые риски, связанные с потерей авторства, этическими дилеммами и изменением роли человека в творческом процессе. Отдельное внимание уделяется культурным и философским последствиям внедрения искусственного интеллекта, а также формирование осознанного отношения к технологиям и необходимости междисциплинарного подхода и этического регулирования в условиях стремительных изменений в области цифрового дизайна.

Ключевые слова: генеративные модели, дизайн, этика, авторское право, искусственный интеллект, автоматизация, цифровое творчество.

PROBLEMS AND PROSPECTS OF APPLYING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DIGITAL DESIGN

Milchakova Natalya Egorovna, Zausaylov Alexander Sergeevich
MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia
zausailovsasha@yandex.ru

Abstract. This article explores the main challenges and opportunities associated with the use of artificial intelligence in the field of digital design. It examines both the advantages of algorithmic approaches – such as increased efficiency, content generation, and personalization—and the key risks, including loss of authorship, ethical dilemmas, and the changing role of the human in the creative process. Special attention is given to the cultural and philosophical consequences of artificial intelligence integration, as well as the need for a conscious attitude toward technology, an interdisciplinary approach, and ethical regulation in the context of rapid changes in digital design.

Keywords: generative models, design, artificial intelligence, ethics, authorship, automation, creative industries.

На данный момент технологий искусственного интеллекта (ИИ) развиты достаточно, чтобы оказывать всё большее влияние на процессы, происходящие в цифровом дизайне. Использование алгоритмов машинного обучения больше не ограничивается рутинными задачами – их применяют для генерации визуального контента, подбора стилевых решений, а также для анализа пользовательского

поведения. Всё это колоссально изменяет традиционное представление о творчестве, авторстве и роли человека в креативных процессах.

Использование ИИ открывает перед дизайнерами широкий спектр возможностей, позволяя существенно расширить диапазон решений, ускоряя некоторые процессы проектирования, генерируя шаблоны, автоматические подбирая подходящие шрифты и цветовые решения, а также адаптируя макеты под различные устройства. Такие инструменты, как Midjourney, DALLE, Stable diffusion и Adobe Firefly демонстрируют огромный потенциал в создании визуального контента [1].

Не менее важной частью использования ИИ является возможность анализа предпочтений и поведения пользователя, что существенно способствует персонализации пользовательского опыта, предлагая наиболее релевантные визуальные решения. Всё это делает интерфейсы более гибкими, доступными и ориентированными на пользователя.

Важным аспектом использования генеративных моделей является неограниченный творческий потенциал. Машина может предлагать нестандартные решения, которые дизайнеру трудно предугадать самостоятельно. Не все из них будут хорошими, но дизайнер, становится не только исполнителем, но и куратором, управляющим алгоритмом, направляющим его действия и подбирая наиболее предпочтительные варианты [2].

Несмотря на все очевидные плюсы, нельзя не рассмотреть ряд серьёзных вызовов. Одним из главных является проблема авторства. Кому именно принадлежит результат работы с алгоритмами: пользователю, который задавал параметры для генерации, или создателю модели, возможно авторам, на чьих работах обучались алгоритмы или всем сразу? Современные законы пока не дают чётких ответов на этот вопрос, в связи с чем легко возникает конфликт интересов и откровенная путаница [3].

Не менее важно учитывать этическую сторону проблемы, ведь некоторые ИИ-сервисы могут генерировать контент, нарушающий нормы морали или вызывающий бурные споры в обществе. Так как пользователь не может контролировать весь процесс генерации, может ли он нести ответственность за результат, который не вполне соответствует его намерениям [4].

Также стоит отметить изменение рынка труда, некоторые профессии, не только в области дизайна, требующие большого количества однотипной и повторяющейся работы, оказываются под угрозой исчезновения. Да, происходит повышения спроса на специалистов, которые умеют взаимодействовать с ИИ, корректировать его работу и осмысленно применять его возможность, но всё это требует переобучения и пересмотра представления о многих профессиях, в том числе профессии дизайнера.

Использование ИИ также затрагивает фундаментальные культурные и философские аспекты, меняя представления о творчестве в целом. Раньше оно воспринималось как глубоко личностный процесс, тесно связанный с опытом,

чувствами и мировоззрением автора, но теперь он всё чаще включает в себя взаимодействие с алгоритмами, обученными на огромных массивах обезличенных данных [5].

Всё это приводит к переосмыслению понятия авторства, а также к вопросу субъективности: может ли сгенерированное изображение претендовать на статус подлинного произведения искусства, если оно не пропущено через личный эмоциональный опыт? Кроме того, алгоритмы часто воспроизводят уже привычные композиции, в связи с обучением на популярных визуальных шаблонах, что приводит к единообразию и потери индивидуальности. Нередко визуальная составляющая оказывается усреднённой, что привод к потере культурной идентичности и снижению разнообразия в креативной среде.

Дизайнер всё чаще выступает не как единственный источник идеи, а как куратор или соавтор, который задаёт направление генерации и просто оценивает результат, выбирая наиболее подходящих и дорабатывая его. Это требует не только новых технических навыков, но и переосмысления собственной профессиональной идентичности [6].

Несмотря на все обозначенные выше трудности, развитие ИИ открывает множество возможностей и перспектив. Одной из самых важных является создание новых форм взаимодействия человека с машиной. Совместное творчество человека и машины – это теперь не просто рабочий процесс, а новый тип креативной практики.

Ключевым направлением может выступить развитие более прозрачных и объяснимых ИИ-систем, что позволит лучше понимать процесс принятия решений и снизит риск ошибок и непреднамеренных нарушений.

Важным шагом является создание нормативной и этической базы, введение стандартов использования ИИ, чтобы помочь определить границы допустимого и защитить права авторов, а также предотвратить злоупотребления. Для данной задачи необходима совместная работа не только программистов и дизайнеров, но и юристов, философов и культурологов.

Особо важное значение для развития приобретает образование, современные дизайнеры должны не только осваивать новые инструменты, но и учиться работать с алгоритмами осознано. Всё это требует новых учебных программ, в которых технические дисциплины будут сочетаться с гуманитарными, а акцент сместится с владения инструментом на понимание его сути и последствий использования [7].

Последнее, но не менее важное, это критическое осмысление роли ИИ в визуальной культуре, ведение дискуссий о ценностях и смыслах, которые мы закладываем в цифровой дизайн. Всё это должно помочь сформировать зрелую и ответственную креативную среду [8].

В заключение следует отметить, что ИИ уже стал частью современного цифрового дизайна, и в ближайшие годы его влияние будет только усиливаться, ведь он предоставляет мощные инструменты для генерации контента,

автоматизации многих процессов и анализа пользовательских предпочтений. Вместе с этим возникают серьёзные вызовы, вплоть от вопросов авторства и уникальности, до необходимости пересмотра этических норм и роли человека в творчестве.

В современном мире цифровой дизайнер – это не просто специалист, владеющий графическими инструментами, это связующее звено между технологией и культурой, человек, который способен осмысленно работать с ИИ и направлять его потенциал в соответствии с социальными и культурными ценностями.

Для полноценного развития этой сферы необходимо объединить усилия представителей разных областей – от инженерии и дизайна, до философии, юриспруденции и педагогики. Только в таком случае мы сможете не слепо использовать ИИ, а направить его развитие в нужное русло, где технологии будут усиливать творческое начало, а не подменять его.

Источники

1. Лабушева А. Алгоритмы и эстетика: будущее генеративного дизайна // строительство и реконструкция 4-я Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Курск, 2022. С. 225–229
2. Глуздов Д.В. Философия искусственного интеллекта и философия науки // Журнал философских исследований Том 7 № 1. 2021. С. 32–42.
3. Цыбульская Е.В., Михайлова Т.Л. Негативное влияние искусственного интеллекта - через призму этики // Международный студенческий научный вестник №3. 2016. С. 26-31
4. Разин А.В. Этика искусственного интеллекта // Философия и общество №1. 2019. С. 57-73.
5. Назарова Ю.В., Каширин А.Ю. Дилеммы этики искусственного интеллекта // Гуманитарные ведомости ТГПУ им. Л.Н. Толстого №4(36). 2020. С. 23-31
6. Акимова М.К. Персиянцева С.В. Анализ способностей интеллектуальной сферы человека и искусственного интеллекта // XVI международная научная конференция «Сорокинские чтения – 2022. Искусственный интеллект и общественное развитие: новые возможности и преграды». Москва, 2022. С. 281–283.
7. Сысоев П.В. Искусственный интеллект в образовании: осведомлённость, готовность и практика применения преподавателями высшей школы технологий искусственного интеллекта в профессиональной деятельности // Высшее образование в России. 2023. С. 9-33.
8. Дубровский Д.И. Искусственный интеллект и проблема сознания. // Материалы студенческой конференции. Философия искусственного интеллекта. 2006. С. 26-31.

УДК 004.8

АДАПТИВНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ LSTM

Мингалиев Заид Зульфатович, Новикова Светлана Владимировна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
zaid97abyi@gmail.com, SVNovikova@kai.ru

Аннотация. В работе рассматривается подход к прогнозированию временных рядов, основанный на предварительной кластеризации данных с последующим обучением отдельных моделей для каждого кластера. Это позволяет учитывать гетерогенность временных рядов и повышать точность прогноза. В качестве модели прогнозирования использовалась рекуррентная нейросеть LSTM. Для кластеризации применялся алгоритм DBSCAN на основе специально подобранных признаков, характеризующих форму, динамику и тренды временных рядов. Экспериментальные результаты показали улучшение качества прогноза по сравнению с универсальными моделями. Методика обладает высокой адаптивностью, устойчивостью к шумам и масштабируемостью, что делает её применимой в различных прикладных областях – от медицины до промышленной диагностики.

Ключевые слова: временные ряды, кластеризация, LSTM, адаптивное прогнозирование, DBSCAN.

ADAPTIVE TIME SERIES FORECASTING BASED ON CLUSTERING AND NEURAL NETWORK MODELS LSTM

Mingaliev Zaid Zulfatovich, Novikova Svetlana Vladimirovna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
zaid97abyi@gmail.com, SVNovikova@kai.ru

Abstract. The paper considers an approach to time series forecasting based on preliminary clusterization of data followed by training individual models for each cluster. This allows us to take into account the heterogeneity of the time series and improve the accuracy of the forecast. The recurrent neural network LSTM was used as a forecasting model. The DBSCAN algorithm was used for clustering based on specially selected features characterizing the shape, dynamics and trends of time series. The experimental results showed an improvement in the quality of the forecast compared to the universal models. The technique has high adaptability, noise tolerance and scalability, which makes it applicable in various applied fields, from medicine to industrial diagnostics.

Keywords: time series, clustering, LSTM, adaptive forecasting, DBSCAN.

В современном научном и прикладном пространстве наблюдается стремительный рост объёмов временных рядов, порождаемых сенсорами, пользовательскими устройствами, медицинскими приборами и другими источниками [1-3]. Эти данные содержат важную информацию о динамике процессов, однако их высокая неоднородность, наличие пропусков и сложность структурных изменений существенно затрудняют задачу построения надёжного прогноза. Особенно это актуально в тех случаях, когда один и тот же алгоритм необходимо применять к множеству разнородных временных рядов. Универсальные модели, обученные на всей совокупности данных, как правило, не справляются с учётом индивидуальных особенностей поведения рядов, что приводит к снижению точности прогноза [4-11].

Рассмотрим подход, основанный на адаптивном прогнозировании временных рядов путём их предварительной кластеризации с последующим обучением отдельных моделей на каждом кластере. В качестве базовой модели прогнозирования выбрана рекуррентная нейросетевая архитектура LSTM, продемонстрировавшая высокую эффективность при работе с последовательными данными [12, 13]. Методика направлена на повышение качества прогноза за счёт уменьшения внутрикластерной дисперсии и локализации обучающего сигнала.

В разработанной методике особое внимание уделяется выбору признаков, по которым осуществляется кластеризация. Для каждого временного ряда извлекались ключевые параметры, характеризующие его форму, динамику и тренды [14]. В частности, рассчитывались минимум, максимум, среднее и медианное значение после сглаживания, общее количество пиков и впадин, дисперсия элементов, площадь под графиком (до нормализации и центрирования), сумма квадратов производной, а также показатель тренда, вычисляемый с использованием линейной регрессии. Дополнительно анализировались коэффициенты модели ARIMA, если такие параметры были применимы. Важным элементом анализа стало также определение количества пересечений графика ряда с пороговыми уровнями — 25-м, 50-м и 75-м перцентилями, а также со средним и нулевым уровнем. Такая многоаспектная характеристика позволила получить компактное, но содержательное векторное представление временных рядов, пригодное для последующей кластеризации.

Для выполнения кластеризации применялся алгоритм DBSCAN. Метрики сходства между векторными представлениями рядов подбирались с учётом чувствительности к нелинейным искажениям и временным сдвигам. Количество кластеров определялось экспериментально, с целью максимизировать внутрикластерную однородность.

После выполнения кластеризации временных рядов каждый кластер рассматривался как относительно однородная группа, отражающая схожий тип поведения временных данных. На основе этого принципа для каждого кластера формировалась собственная обучающая выборка, включающая только те временные ряды, которые были отнесены к данной группе на этапе кластеризации. Это означало, что каждая модель обучалась не на всей совокупности доступных данных, а на специализированном подмножестве, представляющем определённый тип динамики — например, ряды с выраженными трендами, слабо изменяющимися показателями, частыми пиками или высокой волатильностью.

Локализация обучения позволяла LSTM-моделям сконцентрироваться на характерных закономерностях конкретного кластера, без «размытия» обучающего сигнала за счёт присутствия сильно отличающихся по поведению рядов. Это снижало количество ложных обобщений и повышало чувствительность модели к тонким паттернам, типичным именно для данной группы. Обученные на каждой кластерной выборке модели сохраняли свою специализацию и в дальнейшем применялись только к тем временным рядам, которые по совокупности признаков соответствовали кластеру, для которого была обучена конкретная LSTM-сеть.

Структурная схема модели адаптивного прогнозирования представлена на рисунке 1.

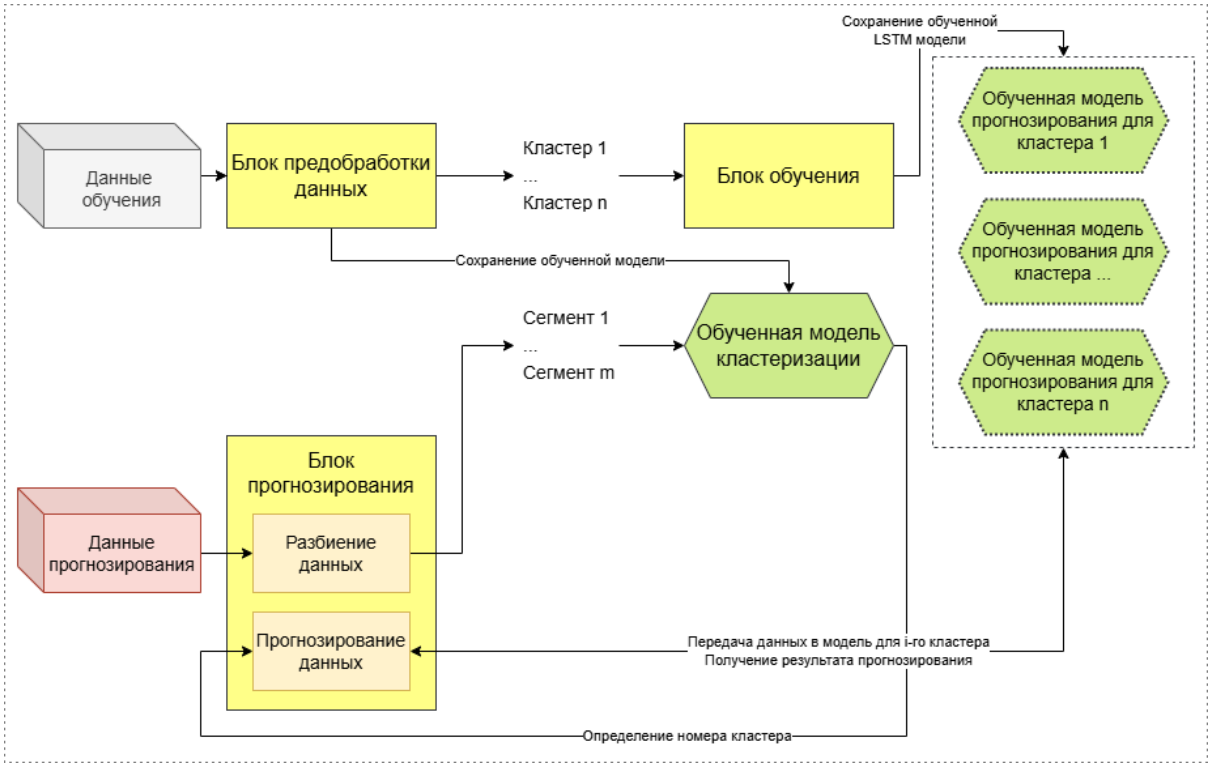


Рис. 1. Модель адаптивного прогнозирования

Эксперименты показали, что предложенный подход позволяет достичь существенного прироста точности прогнозирования по сравнению с базовой LSTM-моделью, обученной на всех данных без разделения на кластеры. Среднеквадратичная ошибка прогнозирования сокращалась на 5–15% в зависимости от характера временных рядов и параметров кластеризации. Особенно высокие результаты наблюдались в ситуациях с выраженной гетерогенностью, когда поведение различных подгрупп временных рядов заметно отличалось.

Преимуществами разработанного подхода являются модульность архитектуры, масштабируемость на большие наборы данных, возможность адаптации под конкретные сценарии и устойчивость к шумам. Метод применим в таких сферах, как прогнозирование физиологических параметров, предиктивная диагностика оборудования, моделирование пользовательской активности и другие задачи, требующие высокой чувствительности к индивидуальным траекториям данных.

В качестве направления дальнейших исследований предлагается интеграция механизмов внимания и трансформерных архитектур в рамках кластерных моделей, а также разработка онлайн-версии метода, позволяющей переобучать модели в реальном времени с поступлением новых наблюдений. Кроме того, видится внедрение байесовских методов оценки неопределённости и гибридных подходов с использованием скрытых марковских моделей.

Источники

1. Егоров, Д.Б. Современные методы анализа и прогнозирования временных рядов и их применение в медицине / Д.Б. Егоров, С.Д. Захаров, А.О. Егорова // Врач и информационные технологии. 2020. № 1. С. 21-26.

2. Егорова, А.Р. Прогнозирование токсичности химических веществ с использованием нейронных сетей / А.Р. Егорова, Г.Н. Зиннатуллина, Р.С. Зарипова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. № 5. С. 252-254.

3. Хайруллин, А.М. Применение моделей искусственного интеллекта в медицине / А.М. Хайруллин, Р.С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 3(21). С. 40-42.

4. Аверкин, А.Н. Сравнительный анализ методов прогнозирования временных рядов на основе нейронных сетей и регрессионного анализа / А.Н. Аверкин, С.А. Ярушев // Системный анализ в науке и образовании. 2015. № 2. С. 34-49.

5. Berthold, Michael & Hoppner, Frank. (2016). On Clustering Time Series Using Euclidean Distance and Pearson Correlation. 10.48550/arXiv.1601.02213.

6. W. Wang, G. Lyu, Y. Shi and X. Liang, "Time Series Clustering Based on Dynamic Time Warping," 2018 IEEE 9th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), Beijing, China, 2018, pp. 487-490.

7. L. Xingye and T. Tian, "Time series recognition based on wavelet transform and Fourier transform," 2010 IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications (ISIEA), Penang, Malaysia, 2010, pp. 722-726.

8. Kalpakis, K. & Gada, Dhiral & Puttagunta, Vasundhara. (2001). Distance Measures for Effective Clustering of ARIMA Time-Series. Proceedings - IEEE International Conference on Data Mining, ICDM. 273-280. 10.1109/ICDM.2001.989529.

9. Tavakoli, Neda & Siami Namini, Sima & Khanghah, Mahdi & Soltani, Fahimeh & Siami Namin, Akbar. (2020). Clustering Time Series Data through Autoencoder-based Deep Learning Models. 10.48550/arXiv.2004.07296.

10. Trosten, Daniel & Strauman, Andreas & Kampffmeyer, Michael & Jenssen, Robert. (2018). Recurrent Deep Divergence-based Clustering for simultaneous feature learning and clustering of variable length time series. 10.48550/arXiv.1811.12050.

11. Huang, Fanling & Deng, Yangdong. (2023). TCGAN: Convolutional Generative Adversarial Network for Time Series Classification 10.48550/arXiv.2309.04732. and Clustering.

12. Ryabko, Daniil. (2020). Universal Time-Series Forecasting with Mixture Predictors. 10.1007/978-3-030-54304-4.

13. Емалетдинова, Л.Ю. Использование нейросетевой модели TCN-LSTM для прогнозирования значений временного ряда / Л.Ю. Емалетдинова, Н.Р. Вильданов, А.С. Катасёв // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 62-64.

14. Tawakuli, Amal & Havers, Bastian & Gulisano, Vincenzo & Kaiser, Daniel. (2024). Survey: Time-Series Data Preprocessing: A Survey and an Empirical Analysis. Journal of Engineering Research. 10.1016/j.jer.2024.02.018.

УДК 004.89

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ГОРОДСКОГО ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА

Минниханов Рифкат Нургалиевич[1], Габбазов Руслан Марселевич[2], Фахразиев Рузель Илдарович[2], Катасёв Алексей Сергеевич[2]
[1]ГБУ «БДД», [2]ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
[1]Priemnaya.Minnihanov@tatar.ru, [2]ASKatasev@kai.ru

Аннотация. Рассмотрена задача автоматизации мониторинга парковочного пространства города Казани на основе разработки интеллектуальной системы. Предлагаемое решение предназначено для работы с существующими платными парковками на основе имеющихся видеокамер с применением методов искусственного интеллекта и машинного обучения. Используя существующую инфраструктуру и статистическую аналитику, система будет повышать эффективность управления парковочным пространством, уменьшая время поиска парковочных мест, снижая количество дорожных заторов и повышая уровень удовлетворенности жителей.

Ключевые слова: городское парковочное пространство, мониторинг, «умный» паркинг, интеллектуальная система, искусственный интеллект, машинное обучение.

INTELLIGENT SYSTEM FOR MONITORING URBAN PARKING SPACE

Minnikhanov Rifkat Nurgalievich[1], Gabbazov Ruslan Marselevich[2], Fakhraziev Ruzel Ildarovich[2], Katasev Alexey Sergeevich[2]
[1]SBI "Road Safety", [2]KNRTU-KAI, Kazan, Russia
[1]Priemnaya.Minnihanov@tatar.ru, [2]ASKatasev@kai.ru

Abstract. The problem of automating the monitoring of the parking space of the city of Kazan is considered based on the development of an intelligent system. The proposed solution is designed to work with existing paid parking lots based on existing video cameras using artificial intelligence and machine learning methods. Using the existing infrastructure and statistical analytics, the system will improve the efficiency of parking space management, reducing the time it takes to find parking spaces, reducing the number of traffic jams and increasing the level of satisfaction of residents.

Keywords: urban parking space, monitoring, smart parking, intelligent system, artificial intelligence, machine learning.

В настоящее время быстрый рост автомобилизации во всем мире вызвал множество изменений в городских парковочных пространствах. Особенно

остро стоят проблемы доступности парковок и количество пробок на дорогах. Эти проблемы сильно выражены как в России в целом, где уровень автомобилизации достиг 322 автомобиля на 1000 жителей в 2024 году [1], так и в отдельных городах, где уровень составляет до 500 автомобилей на 1000 жителей. В частности, в Казани в 2024 году уровень автомобилизации достиг 396 автомобилей на 1000 жителей при 476 тысячах зарегистрированных машин в целом по Татарстану [2]. Это неизбежно приводит к недостатку парковочных мест в историческом центре города и постоянным пробкам.

Следует отметить, что этот тренд прослеживается не только в России, но и во всем мире. Во многих странах рост числа автомобилей существенно влияет на мобильность и качество жизни людей [3]. Рост автомобилизации приводит к дефициту парковочных мест, особенно в центре больших городов. Этот дефицит не только приносит неудобства водителям, которые тратят каждый день много времени на поиск парковочного места, но и приводит к увеличению углеродных выбросов в атмосферу. Эта ситуация прямо противоречит усилиям по уменьшению вредных выбросов и имеет высокую значимость [4].

Для решения этой проблемы многие города России, включая Казань, ввели на части своей территории систему платного паркинга [5]. Она направлена на регулирование спроса на парковочные места, уменьшение трафика в центре города и поощрение использования общественного транспорта [6].

Но, несмотря на это, в системе организации единого парковочного пространства города остаются нерешенные проблемы. В частности, отсутствует точная информация о занятости конкретных парковочных мест в реальном времени. Это приводит к тому, что водители продолжают тратить значительное количество времени на поиск свободных мест. Кроме того, не ведется учет статистических данных: информации о плотности занятости парковочных мест и конкретных парковок, что не способствует эффективному планированию создания и обустройства новых парковочных зон. Эти проблемы актуализируют необходимость разработки «умных» парковочных систем с использованием решений на основе камер видеонаблюдения [7, 8] и методов искусственного интеллекта (ИИ) [9, 10], а также решений на основе интернета вещей [11].

Такие системы имеют следующие преимущества по сравнению с традиционными решениями [12]:

- мониторинг в реальном времени (решения на основе видеокамер и методов ИИ могут предоставить актуальные данные о занятости паркомест);
- сокращение времени поиска свободного парковочного места (на основе информации о занятости конкретных паркомест можно направлять водителей на более свободные места или парковки);

- улучшение экологической ситуации (уменьшение среднего времени поиска свободного парковочного места уменьшит количество вредных выбросов от «блуждающих» в поиске места автомобилей);

- построение прогнозов (анализ собранных данных позволит выявлять паттерны использования парковок для эффективного распределения ресурсов);

- принятие решений о благоустройстве парковочного пространства (решения, основанные на анализе статистических данных, более эффективны);

- повышение пользовательского опыта (пользователям будет удобнее выбрать парковку на основе информации о ее занятости в реальном времени).

Кроме того, развитие интеллектуальных парковочных систем поспособствуют достижению г. Казани статуса «умного» города. Оптимизация парковочных ресурсов за счет таких систем играет важную роль в увеличении городской мобильности, уменьшении пробок на дорогах и повышении общего качества жизни горожан. Учитывая постоянное развитие и рост населения городов, разработка и внедрение интеллектуальных систем мониторинга городского парковочного пространства становится шагом на пути к решению проблем, связанных с ростом автомобилизации и урбанизации, что играет решающую роль в создании более эффективной и удобной городской среды.

Ситуация с парковочным пространством г. Казани не является уникальной, но накладывает определенные ограничения и дополнительные требования при разработке интеллектуальной системы. Так как решение предназначено для работы с уже функционирующими платными парковками, то система должна иметь возможность интеграции с ними и передавать данные о занятости паркомест в существующее мобильное приложение. Кроме того, для уличных парковок не подходят решения на основе интернета вещей ввиду различных погодных условий. Поэтому наиболее подходящим решением для парковочных пространств г. Казани будет разработка системы, использующий видеокамеры с методами ИИ [13, 14] и машинного обучения [15-17] для анализа кадров.

Таким образом, можно выделить следующие ключевые особенности и преимущества предлагаемого решения к парковочной системе г. Казани:

- использование существующий инфраструктуры камер видеонаблюдения;
- оценка качества кадров и мониторинг работоспособности камер;
- детекция смены ракурса съемки камеры;
- использование нескольких камер для одной парковки;
- прогнозирование занятости парковочных мест;
- использование поворотных камер для расширения зон наблюдения;
- автоматическая разметка парковочных мест;
- комплексный статистический анализ данных;
- масштабируемая микросервисная архитектура.

На рисунке 1 представлен пример работы разрабатываемой системы мониторинга городского парковочного пространства.

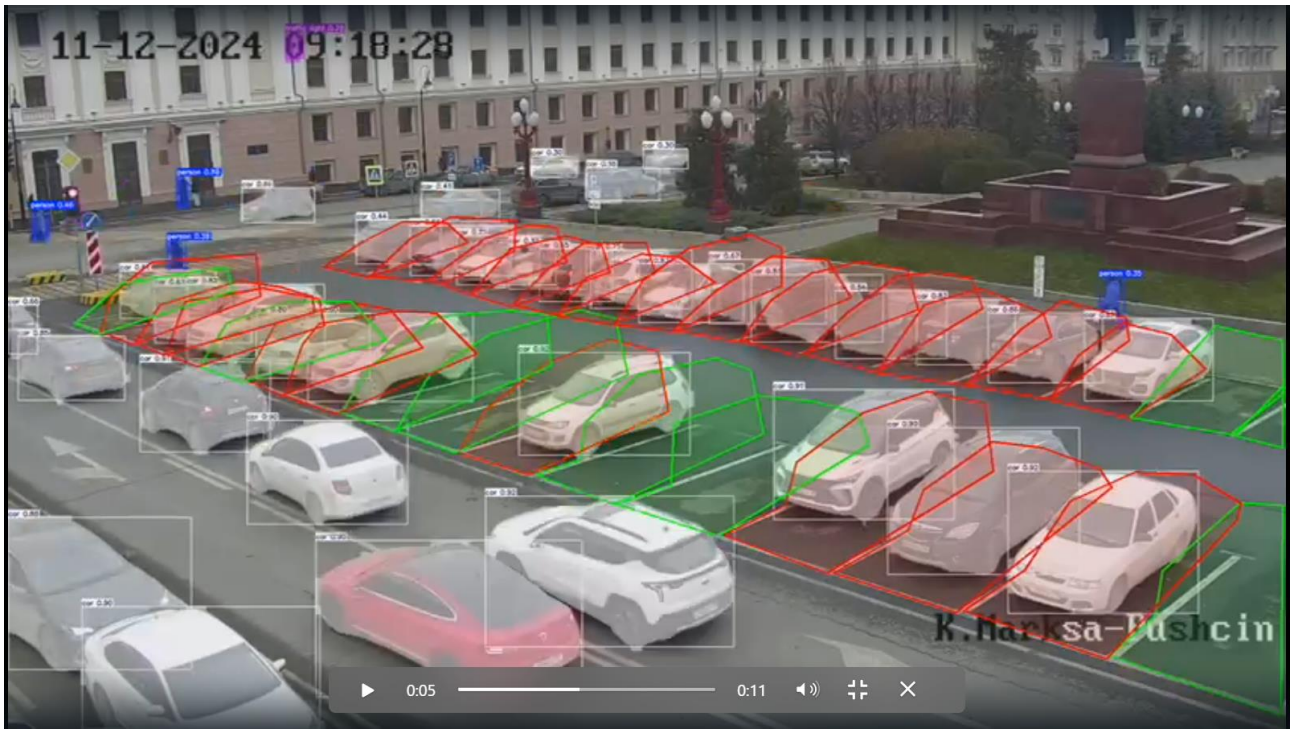


Рис. 1. Пример работы интеллектуальной системы

Таким образом, разрабатываемая система мониторинга парковочного пространства г. Казани будет сочетать в себе передовое технологии ИИ и машинного обучения. Используя существующую инфраструктуру и комплексную статистическую аналитику, система позволит значительно повысить эффективность управления парковочным пространством, уменьшая время поиска парковочных мест, снижая количество дорожных заторов и повышая уровень удовлетворенности жителей г. Казани.

Источники

1. Автостат: на 1 тысячу россиян приходится 322 легковых автомобиля: сайт. – URL: https://www.autostat.ru/infographics/57413/ (дата обращения: 06.03.2025).

2. РБК: В Казани втрое вырос уровень автомобилизации: сайт. – URL: https://rt.rbc.ru/tatarstan/freenews/66f11fc39a794778b23df893 (дата обращения: 06.03.2025).

3. Zulfiqar H., Ul Haque H.M., Tariq F., Khan R.M. A survey on smart parking systems in urban cities // Concurrency Computation Practice and Experience. 2021.

4. Котенкова И.Н. Анализ влияния выбросов автомобильного транспорта в атмосферу на примере России // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2021. № 3. С. 55-61.

5. Ерёмин И.Р., Никитин П.В. Анализ данных сервиса платной парковки для создания эффективной системы ценообразования (на примере Владивостока) // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2024. Т. 12. № 2.

6. Татар-информ: Казань заставляет отказаться от личных авто: к 2030 году появится 30 тыс. машин: сайт. – URL: https://www.tatar-inform.ru/news/kazan-zastavlyaet-otkazatsya-ot-licnyx-avto-k-2030-godu-poyavitsya-30-tys-masino-mest-5929828 (дата обращения: 06.03.2025).

7. Chung Y.L., Hudyjaya S.J., Chean H.L., Michelle D. Vision-based automated Parking monitoring using geo-tagged UAV images // International Conference on Green Energy, Computing and Sustainable Technology. 2024. P. 136-140.

8. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С., Шалаева Д.В. Нейросетевая технология анализа транспортных потоков в автоматизированных системах управления дорожным движением // Программная инженерия. 2023. Т. 14. № 10. С. 513-519.

9. Hilal K., Ibrahim B. Intelligent parking management system based on image processing // World Journal of Engineering and Technology. 2014. Vol. 2. No. 2.

10. Матвеева К.А., Миниханов Р.Н., Катасёв А.С. Сверточная нейросетевая модель акустического обнаружения аварийно-спасательных машин // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 1. С. 76-80.

11. Ke R., Zhuang Y., Pu Z., Wang Y. A smart, efficient, and reliable parking surveillance system with edge artificial intelligence on IoT devices // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2021. Vol. 22. No. 8. P. 4962-4974.

12. Карпов А.С. Системы интеллектуального управления парковочными пространствами // Вестник науки. 2024. Т. 4. № 6 (75). С. 1412-1419.

13. Габдурахманов Л.Р., Миниханов Р.Н., Тинчурин Р.Ф. Интеллектуальные транспортные системы - современная концепция обеспечения безопасности дорожного движения // Научный портал МВД России. 2022. № 1 (57). С. 41-50.

14. Миниханов Р.Н., Шигин Л.Б. Стратегия развития интеллектуальных транспортных систем в г. Казани // Вестник НЦБЖД. 2013. № 1 (15). С. 18-21.

15. Сабиров А.И., Миниханов Р.Н., Катасёв А.С., Мустафин Р.И. Нейросетевая система распознавания дорожных знаков // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 1. С. 87-91.

16. Миниханов Р.Н., Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Скибин В. Нейросетевые сверточные модели обнаружения и распознавания сигналов светофора // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 11. С. 199-205.

17. Миниханов Р.Н., Скибин В., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Распознавание сигналов светофора на основе сверточных нейросетевых моделей // Автоматизация процессов управления. 2024. № 1 (75). С. 49-57.

УДК 004.89

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА ГОРОДСКИХ ПАРКОВОЧНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Минниханов Рифкат Нургалиевич[1], Катасёв Алексей Сергеевич[2], Габбазов Руслан Марселевич[2], Фахразиев Рузель Илдарович[2]
[1]ГБУ «БДД», [2]ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
[1]Priemnaya.Minnihanov@tatar.ru, [2]ASKatasev@kai.ru

Аннотация. Рассмотрена задача автоматизации мониторинга городских парковочных пространств. Системы «умного» паркинга строятся на основе интернета вещей или камер видеонаблюдения. В первом случае используется сеть различных сенсоров и подключенных к сети устройств для мониторинга занятости парковочных мест и для управления парковочными сессиями. Во втором случае используются камеры видеонаблюдения совместно с алгоритмами компьютерного зрения и методами искусственного интеллекта. Проанализированы существующие решения в рамках систем каждого типа, выявлены их достоинства и недостатки. Сформулированы направления перспективных исследований.

Ключевые слова: городское парковочное пространство, умный паркинг, видеонаблюдение, искусственный интеллект.

ANALYSIS OF TECHNOLOGIES AND SYSTEMS FOR AUTOMATED MONITORING OF URBAN PARKING SPACES

Minnikhanov Rifkat Nurgalievich[1], Katasev Alexey Sergeevich[2], Gabbazov Ruslan Marselevich[2], Fakhraziev Ruzel Ildarovich[2]
[1]SBI "Road Safety", [2]KNRTU-KAI, Kazan, Russia
[1]Priemnaya.Minnihanov@tatar.ru, [2]ASKatasev@kai.ru

Abstract. The problem of automating the monitoring of urban parking spaces is considered. Smart parking systems are built on the basis of the Internet of Things or video surveillance cameras. In the first case, a network of various sensors and devices connected to the network is used to monitor the occupancy of parking spaces and to manage parking sessions. In the second case, video surveillance cameras are used together with computer vision algorithms and artificial intelligence methods. Existing solutions within the framework of each type of system are analyzed, their advantages and disadvantages are identified. Directions for promising research are formulated.

Keywords: urban parking space, smart parking, video surveillance, artificial intelligence.

В настоящее время системы «умного» паркинга автомобилей становятся все более популярными, так как они помогают решать проблему организации

парковок в городах, повышают эффективность использования парковочных мест и становятся частью систем «умного» города. При этом большинство работ и исследований в области развития систем «умного» паркинга направлены либо на модернизацию существующих решений, либо на разработку и внедрение новых. В целом все решения можно разделить на два основных типа: системы на основе интернета вещей и системы, использующие камеры видеонаблюдения.

Решения на основе интернета вещей обычно используют сеть различных сенсоров и подключенных к сети устройств для мониторинга занятости парковочных мест и для управления парковочными сессиями. Данные системы обычно состоят из следующих компонентов:

- различных видов сенсоров, которые используются для детекции присутствия транспортного средства (ТС) в поле действия, включая магнитные, ультразвуковые, инфракрасные сенсоры и устройства для измерения веса;
- модулей связи, предназначенных для передачи данных с сенсоров на основной сервер при помощи таких технологий как RFID, LoRaWAN, NB-IoT, Bluetooth и Wi-Fi;
- серверов обработки данных или облачных решений для анализа входящих данных и получения информации о занятости парковок в реальном времени;
- пользовательского интерфейса в мобильных приложениях или веб-сайтах, в которых отображается информация о загруженности парковки.

Зачастую решения на основе интернета вещей используется в подземных и крытых паркингах. Так, в работе [1] реализована система паркинга и навигации в подземной парковке, которая оценивает местоположение ТС на основе сигналов сотовой связи и других датчиков смартфона. Такие решения, имеют слабую устойчивость к помехам и фоновому электромагнитному шуму и обладают недостаточной точностью.

В работе [2] используются компоненты Ардуино, инфракрасные датчики и пользовательское андроид-приложения для организации мониторинга парковочных мест. Но подобные решения требуют большого количества первоначальных вложений для закупки и установки сенсоров и контролеров.

К решениям на основе интернета вещей также можно отнести системы, использующие видеокамеры со встроенным вычислительным модулем [3]. Но такие решения все еще требуют много вложений по сравнению с серверными решениями при необходимости мониторинга нескольких парковок или парковок больших размеров. Существуют решения на основе RFID-меток [4], а также еще более дорогие решения на основе встроенных весов в парковочное место [5]. Кроме перечисленных недостатков устройства интернета вещей имеют слабый уровень информационной безопасности [6].

Решения на основе камер видеонаблюдения и алгоритмов компьютерного зрения или методов искусственного интеллекта (ИИ) для детекции ТС и мониторинга парковочных мест, обычно состоят из следующих компонентов:

- камер видеонаблюдения с высоким разрешением записи, установленным в местах наибольшего обзора парковки;
- алгоритмов анализа кадров на основе методов компьютерного зрения или методов ИИ для обнаружения машин в кадре и определения занятости парковочного места распознанными ТС;
- серверов обработки данных или облачных решений, на которых происходят вычисления на основе алгоритмов анализа кадров;
- пользовательского интерфейса, отображающего загруженность парковки.

Так, в работе [7] выполняется обработка изображений на основе технологий ИИ, но для детекции занятости парковочного места используются ультразвуковые датчики. Интересным является исследование [8], в котором для определения парковочных мест и детекции ТС используются аэрофотоснимки с геотегами, полученными с беспилотных летательных средств, а также доступные геоданные. Однако такие решения малоприменимы на постоянной основе и требуют дополнительных затрат. В работе [9] используется решение, полностью основанное на камерах видеонаблюдения с отображением информации о занятости мест в реальном времени. Однако здесь не реализован сбор и агрегация статистики, что является необходимой частью «умных» систем. Также интересной является работа [10], в которой описан инновационный подход построения трехмерной сетки парковки на основе изображений с видеокамер для точной локализации ТС на виртуальной сцене. Однако такой подход требует привлечения больших вычислительных ресурсов.

Стоит отметить, что в последнее время в работах исследователей особое внимание уделяется методам ИИ для решения подобных задач [11-13]. В некоторых работах для решения задачи определения занятости паркоместа по изображению используются технологии машинного обучение на основе метода опорных векторов, байесовские методы и нейронные сети. Более поздние исследования сосредоточены на применении ансамблевого метода опорных векторов, основанного на локальных бинарных паттернах на фото. В настоящее время для детекции занятости парковочного места используются глубокие, в частности, сверточные нейронные сети [14-16]. Например, в работе [17] использована сверточная нейронная сеть для определения парковочных мест с аэроснимков, а в работе [18] она использована для определения занятых и свободных парковочных мест с камер видеонаблюдения. В работе [19] использованы решения на основе разных версий популярной архитектуры сверточной нейросети AlexNet [20], что тоже позволило определять занятость паркомест с высокой точностью.

На основе проанализированных исследований можно сделать вывод о высоком уровне развития «умных» парковочных решений, имеющих значительные достижения в точности решения задачи, в том числе, в реальном времени. Можно выделить следующие тренды в развитии таких решений:

- использование технологий ИИ и машинного обучения;
- обработка данных в реальном времени;
- интеграция в концепцию «умного» города;
- использование мобильных приложений и облачных вычислений;
- мультифункциональность парковочных систем;
- автоматическая разметка парковочных мест;
- анализ видео в реальном времени.

Таким образом, перечисленные тренды в развитии интеллектуальных систем автоматизированного мониторинга городских парковочных пространств указывают на быстрый рост их зрелости, повышению эффективности, что обосновывает интерес к практическому использованию таких систем.

Источники

1. Shin B., Lee Ju.Ho., Yu Ch., Kim Ch., Lee T. Underground parking lot navigation system using long-term evolution signal // Sensors. 2021. Vol. 21. No. 5.
2. Dhaou I.B., Kondoro A., Alsabhawi A.H., Guedhami O., Tenhunen H. A smart parking management system using IoT technology // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. 2018. No. 22. P. 309-312.
3. Ke R., Zhuang Y., Pu Z., Wang Y. A smart, efficient, and reliable parking surveillance system with edge artificial intelligence on IoT devices // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2021. Vol. 22. No. 8. P. 4962-4974.
4. Ranjani G., Sandhya D., Subasri D.R. IoT-enhanced vehicle density monitoring and smart parking management system with blynk integration for urban mobility optimization // International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. 2024. Vol. 4, No. 3. P. 283-289.
5. Pandey K.Sh., Chaudhary A.K., Verma S. Low-cost sensor based automated smart parking system for large parking space optimized with a streamlined vehicle allocation algorithm // International Conference on Electrical, Electronics, Communication and Computers. 2023. P. 1-6.
6. Aalsalem M.Y., Khan W.Z., Dhabbah K.M. An automated vehicle parking monitoring and management system using ANPR cameras // 17th International Conference on Advanced Communication Technology. 2015. P. 706-710.
7. Jiang R., Wang H., Wang H. Smart parking system using image processing and artificial intelligence // Twelfth International Conference on Sensing Technology. 2018. P. 232-235.

8. Chung Y.L., Hudyjaya S.J., Chean H.L., Michelle D. Vision-based automated Parking monitoring using geo-tagged UAV images // International Conference on Green Energy, Computing and Sustainable Technology. 2024. P. 136-140.

9. Hilal K., Ibrahim B. Intelligent parking management system based on image processing // World Journal of Engineering and Technology. 2014. Vol. 2. No. 2.

10. Dacayan T., Ponte E., Huang K., Kwak D. Utilizing a spatial grid for automated parking space vacancy detection // International Conference on Computational Science and Computational Intelligence. 2023. P. 1022-1028.

11. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

12. Minnikhanov R., Dagaeva M., Kadyrov A., Anikin I., Makhmutova A., Mardanova A. Evaluation of the approach for the identification of trajectory anomalies on cctv video from road intersections // Mathematics. 2022. Vol. 10. № 3.

13. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С., Шалаева Д.В. Нейросетевая технология анализа транспортных потоков в автоматизированных системах управления дорожным движением // Программная инженерия. 2023. Т. 14. № 10. С. 513-519.

14. Матвеева К.А., Минниханов Р.Н., Катасёв А.С. Сверточная нейросетевая модель акустического обнаружения аварийно-спасательных машин // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 1. С. 76-80.

15. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.

16. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.

17. Koga Y., Miyazaki H., Shibasaki R. A CNN-based method of vehicle detection from aerial images using hard example mining // Remote Sens. 2018. No. 10.

18. Nyambal J., Klein R. Automated parking space detection using convolutional neural networks // 7 Pattern Recognition Association of South Africa and Robotics and Mechatronics. 2017. P. 1-6.

19. Amato G., Carrara F., Falchi F., Gennaro C., Meghini C., Vairo C. Deep learning for decentralized parking lot occupancy detection // Expert Systems with Applications. 2017. Vol. 72. P. 327-334.

20. Revathi M., Raghuraman G. Kidney stone detection from CT images using AlexNet and hybrid AlexNet-RF models // Journal of Circuits, Systems, and Computers. 2024. Vol. 33. № 6.

УДК 004.8:338

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА УПРАВЛЕНИЕ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ

Мифтахова Азалия Расимовна, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zaripova.rs@kgeu.ru

Аннотация. В статье исследуется влияние ИИ на различные аспекты бизнеса, включая эффективность, стратегии управления персоналом, маркетинг, анализ рисков и улучшение процессов принятия решений. Анализируется внедрение ИИ, рассматриваются возникающие тенденции и проблемы, а также исследуется потенциал для будущего роста и развития. Основная цель исследования – изучить влияние ИИ на различные аспекты управления и принятия решений в бизнесе. Результаты исследования демонстрируют значительное и многогранное влияние ИИ на бизнес-операции и процессы принятия решений. Автоматизация рутинных задач, оптимизация ресурсов, улучшение взаимодействия с клиентами, более точный анализ рисков и более обоснованные стратегические решения – это лишь некоторые из преимуществ, которые ИИ предоставляет организациям.

Ключевые слова: искусственный интеллект, бизнес, управление, принятие решений, машинное обучение, автоматизация, эффективность, аналитика, трансформация.

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON MANAGEMENT AND DECISION-MAKING

Miftakhova Azalia Rasimovna, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
zaripova.rs@kgeu.ru

Abstract. This article explores the impact of AI on various aspects of business, including efficiency, HR strategies, marketing, risk analysis and improved decision-making processes. The implementation of AI is analysed, emerging trends and challenges are examined, and the potential for future growth and development is explored. The main objective of the study is to examine the impact of AI on various aspects of management and decision making in business. The results of the study demonstrate the significant and multifaceted impact of AI on business operations and decision-making processes. Automating routine tasks, optimising resources, improving customer interactions, more accurate risk analysis and better informed strategic decisions are just some of the benefits that AI provides to organisations.

Keywords: artificial intelligence, business, management, decision making, machine learning, automation, efficiency, analytics, transformation.

Искусственный интеллект, определяемый как способность машин имитировать интеллектуальные когнитивные функции, такие как обучение, рассуждение и решение проблем, быстро становится неотъемлемой частью современного бизнеса. Традиционные методы управления и принятия решений все чаще заменяются системами на основе ИИ, способными анализировать огромные объемы данных, выявлять закономерности и предоставлять ценные сведения для улучшения операционной эффективности и стратегического планирования.

Внедрение ИИ связано с ощутимыми улучшениями в ключевых бизнес-областях, однако эффект от внедрения сильно зависит от конкретного контекста и зрелости организации в плане использования данных и технологий.

Внедрение ИИ привело к значительному повышению операционной эффективности за счет автоматизации рутинных задач, оптимизации цепочек поставок и эффективного управления ресурсами [1]. Например, внедрение роботизированной автоматизации (RPA) в финансовых отделах позволило сократить время обработки счетов и заявок, снизить количество ошибок и перенаправить ресурсы на более сложные задачи. Эти результаты подтверждают тезис о том, что ИИ может значительно повысить операционную эффективность за счет автоматизации рутинных операций, однако успешное внедрение требует тщательного анализа бизнес-процессов и выбора наиболее подходящих инструментов.

ИИ значительно улучшил процессы рекрутинга, обучения и развития персонала, что привело к более эффективному управлению талантами и удержанию сотрудников [2]. Использование ИИ для скрининга резюме позволило сократить время найма, повысить качество подбора персонала и снизить предвзятость при отборе кандидатов. ИИ в HRM обладает большим потенциалом, однако важно учитывать этические аспекты и обеспечивать прозрачность и честность процессов. Неправильно настроенные алгоритмы могут привести к дискриминации и ухудшить репутацию компании.

ИИ позволил персонализировать маркетинговые кампании, улучшить взаимодействие с клиентами и повысить эффективность маркетинговых инвестиций. Персонализированные рекомендации продуктов, основанные на анализе данных о клиентах, увеличили продажи и повысили уровень удовлетворенности клиентов. ИИ в маркетинге позволяет компаниям создавать более релевантные и эффективные рекламные кампании, однако необходимо соблюдать осторожность в отношении конфиденциальности данных и избегать навязчивости в коммуникациях с клиентами.

ИИ улучшил возможности по выявлению, оценке и смягчению рисков, что позволило предприятиям снизить финансовые потери и защитить свою репутацию. Использование ИИ для обнаружения мошенничества позволило

сократить убытки от мошеннических операций и повысить безопасность финансовых транзакций. ИИ в анализе рисков может значительно улучшить возможности компаний по обнаружению и предотвращению угроз, однако необходимо постоянно обновлять и адаптировать алгоритмы к новым видам мошенничества и кибератак.

ИИ предоставил руководителям инструменты для принятия более обоснованных и эффективных решений на основе данных, что привело к улучшению стратегического планирования и повышению конкурентоспособности [3]. Использование прогнозной аналитики на основе ИИ позволило компаниям повысить точность прогнозирования спроса, оптимизировать запасы и улучшить логистику. ИИ может значительно улучшить качество принимаемых решений, однако важно учитывать человеческий фактор и использовать ИИ в качестве инструмента поддержки, а не замены управленческих навыков и опыта.

Таким образом, ИИ оказывает глубокое влияние на управление и процессы принятия решений в бизнесе. Несмотря на существующие проблемы и риски, внедрение ИИ неизбежно и является ключевым фактором успеха в современном конкурентном бизнесе. Предприятия, которые активно исследуют и внедряют ИИ, будут иметь значительное конкурентное преимущество и смогут эффективно адаптироваться к быстро меняющимся рыночным условиям. Будущие исследования должны быть направлены на решение этических и социальных вопросов, связанных с внедрением ИИ, а также на разработку более эффективных и доступных решений на основе ИИ для предприятий всех размеров.

Источники

1. Рочева О.А., Морозова И.Г., Тумашева М.В. Приоритетные направления применения технологий искусственного интеллекта как инструмента трансформации бизнес-процессов // Наука Красноярья. 2023. Т. 12. № 3-2. С. 55-59.

2. Балашова Е. С., Галкина А. А. Искусственный интеллект в управлении персоналом: возможности и риски // Вестник университета. 2023. № 3. С. 12-18.

3. Зарипова Р.С., Хаджиева Л.К., Довлетмурзаева М.А. Эффективное использование искусственного интеллекта в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 302-305.

УДК 621-313.3

ПРИМЕНЕНИЕ Q-ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОФОРАМИ

Морозова Ксения Павловна
Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева,
г. Самара, Россия
kseniamorozova90601@gmail.com

Аннотация. В данной работе рассматривается применение метода Q-обучения для создания адаптивной системы управления светофорами с целью повышения пропускной способности транспортных потоков на перекрёстках. Традиционные системы управления не способны адаптироваться к динамическим изменениям дорожной обстановки, что приводит к увеличению времени ожидания и заторов. Предложенный подход использует Q-обучение, который позволяет системе самостоятельно обучаться, принимая оптимальные решения в реальном времени. В работе описаны основные этапы реализации Q-обучения, включая моделирование среды, инициализацию Q-таблицы, процесс обучения и обновление Q-значений. Результаты исследования демонстрируют потенциал Q-обучения для сокращения времени ожидания, уменьшения заторов и повышения пропускной способности дорожной сети.

Ключевые слова. Q-обучение, адаптивное управление светофорами, обучение с подкреплением, транспортные потоки, оптимизация дорожного движения, Q-таблица, ε-жадная стратегия.

APPLICATION OF Q-LEARNING FOR ADAPTIVE TRAFFIC LIGHT CONTROL

Morozova Ksenia Pavlovna
Samara National Research University, Samara, Russia
kseniamorozova90601@gmail.com

Abstract. This paper explores the application of the Q-learning method to develop an adaptive traffic light control system aimed at improving traffic flow efficiency at intersections. Traditional control systems lack the ability to adapt to dynamic changes in traffic conditions, leading to increased waiting times and congestion. The proposed approach utilizes Q-learning, enabling the system to learn autonomously and make optimal real-time decisions. The paper outlines the key implementation stages of Q-learning, including environment modeling, Q-table initialization, the learning process, and Q-value updates. The study results demonstrate the potential of Q-learning to reduce waiting times, alleviate congestion, and enhance overall road network throughput.

Keywords. Q-learning, adaptive traffic light control, reinforcement learning, traffic flow, traffic optimization, Q-table, ε-greedy strategy.

На сегодняшний день проблема регулирования потоков транспорта является одной из наиболее важных и актуальной. Вызвана данная проблема повышенным числом транспортных средств и, зачастую, неэффективностью традиционных систем управления светофорами. Самый популярный метод управления дорожным движением во всем мире – это статические системы сигналов светофоров, которые работают по заранее установленным временным интервалам. Такие системы не могут реагировать на непредвиденные изменения в дорожных ситуациях или интенсивности движения транспортных потоков [1].

Целью данного исследования является разработка и анализ подхода на основе Q-обучения для создания адаптивной системы управления светофорами. В результате исследования предполагается, что применение Q-обучения позволит значительно сократить время ожидания на перекрёстках, уменьшить количество заторов и повысить общую пропускную способность дорожной сети.

Основы Q-обучения.

Q-обучение, как метод обучения с подкреплением, позволяет системе самостоятельно обучаться, принимая оптимальные решения в реальном времени на основе взаимодействия с окружающей средой [2]. Такой подход открывает новые возможности для повышения эффективности управления транспортными потоками. Q-обучение является одним из методов обучения с подкреплением, в котором агент (система управления светофорами) учится выбирать действия, для достижения наиболее оптимального результата. Агент взаимодействует с окружающей средой, получая обратную связь в виде награды за каждое действие. Основными компонентами Q-обучения являются состояния, действия, награда и Q-таблица.

Состояния описывают текущую ситуацию на перекрёстке, например, количество машин, скопившихся на перекрестке перед светофором, текущий сигнал светофора и время ожидания. Действия представляют собой возможные варианты поведения агента, такие как смена сигнала светофора с красного на зелёный или наоборот. Награда – это функция, оценивающая эффективность действия, например, изменение времени ожидания машин относительно прошлого состояния [2]. Q-таблица хранит значения $Q(s, a)$, которые представляют собой ожидаемую награду для каждого состояния и действия.

Применение Q-обучения для управления светофорами.

Для применения Q-обучения в управлении светофорами необходимо смоделировать среду, с которой будет взаимодействовать агент. Основная задача агента – максимизировать поток транспортных средств через перекрёсток, минимизируя задержки, время ожидания и длину очередей. Для этого агент взаимодействует со средой, которая моделирует перекрёсток с четырьмя направлениями движения (север, юг, запад, восток), где каждое направление имеет несколько полос. Состояние среды включает такие параметры, как длина

очереди на каждом направлении, количество транспортных средств, общее время ожидания, текущая фаза светофора (например, зелёный для север-юг и красный для запад-восток). Действия агента ограничиваются двумя вариантами: смена фазы светофора или сохранение текущей фазы.

Обучение агента начинается с инициализации Q-таблицы, где начальные значения могут быть нулевыми или случайными. В процессе обучения агент проходит множество эпизодов, в каждом из которых он выбирает действия, обновляет Q-таблицу и стремится максимизировать награду. Для выбора действия используется ε-жадная стратегия, где с вероятностью ε выбирается случайное действие (для исследования), а с вероятностью (1 – ε) – действие с максимальным Q-значением (для использования) [3].

Реализация Q-обучения для управления светофорами включает несколько этапов. На первом этапе происходит инициализация Q-таблицы, где строки соответствуют состояниям, а столбцы – действиям. Начальные значения могут быть нулевыми или случайными. На втором этапе агент начинает обучение, проходя множество эпизодов. В каждом эпизоде агент наблюдает текущее состояние, выбирает действие на основе текущей политики, выполняет действие и наблюдает новое состояние и награду [2]. Затем Q-таблица обновляется по формуле:

$$Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha\,(r + \gamma \max_{a'} Q(s', a') - Q(s, a)), \qquad (1)$$

где α– скорость обучения,

γ – коэффициент дисконтирования,

r – награда,

a – действие (изменение сигнала светофора),

a' – действие для достижения состояния s',

s – текущее состояние,

s' – новое состояние.

Процесс повторяется до сходимости Q-таблицы, то есть до тех пор, пока значения $Q(s, a)$ перестанут значительно изменяться.

Преимущества и ограничения.

Применение Q-обучения для управления светофорами имеет ряд преимуществ. Во-первых, система может адаптироваться к изменяющимся условиям дорожного движения, что делает её более эффективной по сравнению с традиционными методами. Во-вторых, агент обучается в реальном времени на основе взаимодействия с окружающей средой, что позволяет ему принимать оптимальные решения. В-третьих, использование Q-обучения может значительно сократить время ожидания на перекрёстках и уменьшить количество пробок [4].

Однако у данного подхода есть и ограничения. Высокая вычислительная сложность может стать проблемой для больших систем с множеством состояний и действий, так как Q-таблица может стать слишком большой. Для эффективного обучения также требуется большое количество данных, что может быть затруднительно в реальных условиях. Кроме того, масштабируемость Q-обучения для крупных сетей светофоров может столкнуться с рядом вызовов. Одним из ключевых ограничений является необходимость обеспечения стабильной работы всей сети, что требует разработки дополнительных механизмов контроля состояния узлов. В случае потери связи с отдельными узлами или возникновения сбоев в их работе, система должна быть способна адаптироваться и поддерживать функционирование всей сети без значительного ухудшения её производительности. Это требует внедрения механизмов резервирования и автономного управления на уровне отдельных узлов, что может значительно усложнить архитектуру системы [4].

Q-обучения и другие методы обучения с подкреплением имеют большой потенциал для улучшения управления светофорами. Они позволяют создавать адаптивные системы, способные эффективно реагировать на изменения дорожной обстановки. Однако для широкого внедрения таких систем необходимо решить проблемы, связанные с вычислительной сложностью и масштабируемостью. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку методов, позволяющих эффективно обучать системы на реальных данных и применять их в крупных городских сетях.

Источники

1. Преимущества умных светофоров в современном управлении дорожным движением [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.bbmled.com/ru/a-news-advantages-of-smart-traffic-lights-in-modern-traffic-management (06.03.2024)

2. Q-learning / Wikipedia [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Q-learning (07.03.2024)

3. Epsilon-Greedy Algorithm in Reinforcement Learning [Electronic resource]. – Access mode: https://www.geeksforgeeks.org/epsilon-greedy-algorithm-in-reinforcement-learning (07.03.2024)

4. Верзун, Н.А. Анализ перспектив обучения умных автономных логистических систем на основе оптимизации функции ценности / Н.А. Верзун, М.О. Колбанев, А.Р. Салиева // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2024. Т. 17, № 10. С. 28-39. DOI: 10.32603/2071-8985-2024-17-10-28-39.

УДК 004.8

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ВОЗМОЖНОСТИ И РИСКИ

Москаль Карина Валериевна, Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
karinamoskal@yandex.ru

Аннотация. В данной статье будет исследованы особенности генеративного искусственного интеллекта, его возможности и риски, связанными с его внедрением. Автором делается вывод о том, что генеративный ИИ способен существенно повлиять на модель управления бизнес-процессами, которая объединяет разрозненные функции компании в единую централизованную структуру и общий центр обслуживания.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, ИИ, генеративная модель, риски искусственного интеллекта, возможности искусственного интеллекта.

GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE: POSSIBILITIES AND RISKS

Moskal Karina Valerievna, Soloviev Valery Ivanovich
Tayrida College (structural unit) V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
karinamoskal@yandex.ru

Abstract. This article will examine the features of generative artificial intelligence, its capabilities and the risks associated with its implementation. The author concludes that generative AI can significantly affect the business process management model, which unites disparate functions of the company into a single centralized structure and a common service center.

Keywords: Artificial intelligence, AI, generative model, artificial intelligence risks, artificial intelligence capabilities.

Генеративный искусственный интеллект (ИИ) – это тип искусственного интеллекта, который позволяет генерировать новый контент или данные, например, текст, изображения или даже целые приложения на основе уже существующих данных [1].

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных генеративному искусственному интеллекту, его возможностям и рисками, связанными с его внедрением.

Д. В. Гостев в своей статье «Риски и возможности использования генеративных моделей Искусственного Интеллекта в бизнесе» отмечает, что «по данным исследовательской и консалтинговой компании Gartner, к 2025 году 30% исходящих сообщений от крупных организаций будут генерироваться синтетическим путем. 85 процентов респондентов ожидают увеличения использования моделей искусственного интеллекта и предиктивной аналитики. [2, с. 40]. По мнению автора, «Наиболее распространенные решения для генеративной ИИ можно условно разделить на пять категорий: генераторы контента, средства извлечения информации, умные чат-боты, языковые переводчики и генераторы кода.» [2, с. 41].

Окаева Б. С. в своей статье «Анализ возможности использования генеративного искусственного интеллекта в рамках инновационных бизнес-моделей» отмечает, что «генеративный искусственный интеллект представляет собой передовую технологию, способную создавать разнообразный контент — от текстовых материалов и изображений до программного кода, видеороликов и синтетических данных.» [3, с. 155].

Сергеев Н. С. в своей статье «Применение генеративных сетей в проектной деятельности» отмечает, что «в последние годы генеративные сети привлекают все большее внимание в различных областях науки и технологий. Одной из областей, где их применение может быть особенно полезным, является проектный менеджмент.» [4, с. 3956].

В контексте проводимого исследования нам было важно учесть мнение В. Ю. Пшеуновой, Р. Л. Жамбековой, Г. А. Эфендиевой, которые в своей статье «Генеративный искусственный интеллект (ГИИ): плюсы и риски его применения» исследуя генеративный искусственный интеллект (ГИИ), основное внимание уделяют различным типам данных, с которыми работает ГИИ, и его способности генерировать новый контент. Обсуждают возможности и преимущества использования ГИИ, а также потенциальные риски и проблемы. [5, с. 325].

Нами отмечается, что генеративный искусственный интеллект работает на основе обучения алгоритмов с помощью больших массивов информации. Модели машинного обучения изучают закономерности и взаимосвязи между различными данными и используют эти закономерности для создания нового контента, похожего на исходные данные. К примеру, генеративная модель искусственного интеллекта, обученная на наборе изображений собачек, может генерировать новые изображения собачек, которые имеют схожие черты и характеристики с исходным набором данных. По такому же принципу Gen AI, обученная на наборе данных разговоров с клиентами, может создать новые разговоры, которые звучат так, как будто их произносят настоящие сотрудники колл-центра.

Нами отмечается, что генеративный искусственный интеллект (GenAI) может изменить бизнес, но только в том, случае если заложен правильный фундамент. GenAI - это идеальное решение для революционных изменений в бизнесе. Для внедрения GenAI необходим прочный фундамент в виде дорожной карты, чистых данных, эффективного руководства и так далее. Исследование, проведенное в 2023 г., показало, что у 19% организаций не было продуманного бизнес-обоснования для внедрения GenAI. Отсутствие целенаправленного подхода превращает то, что могло бы стать преобразующей технологией, в дорогостоящий эксперимент, который не соответствует бизнес-целям [6].

Бизнес-обоснование для внедрения GenAI показано на рис. 1.

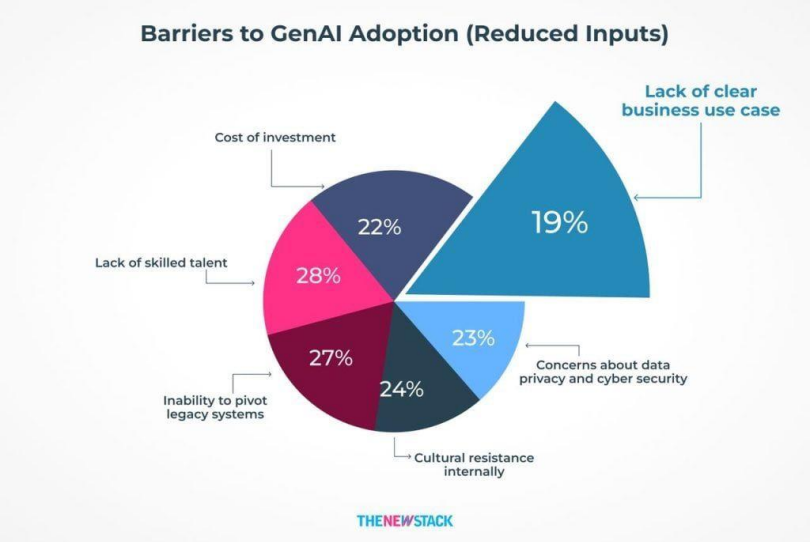


Рис. 1. Бизнес-обоснование для внедрения GenAI

В результате проведенного исследования нами делается вывод о том, что генеративный ИИ способен существенно повлиять на модель управления бизнес-процессами, которая объединяет разрозненные функции компании в единую централизованную структуру и общий центр обслуживания.

Источники

1. Генеративный искусственный интеллект: польза и риски для индустрии ОЦО [Электронный ресурс]. https://sscclub.ru/article/generativnyj-iskusstvennyj-intellekt-polza-i-riski-dlja-industrii-oco/ (дата обращения:21.03.25).

2. Гостев, Д. В. Риски и возможности использования генеративных моделей Искусственного Интеллекта в бизнесе / Д. В. Гостев // Актуальные вопросы современной экономики. – 2023. – № 5. – С. 40-45.

3. Окаева, Б. С. Анализ возможности использования генеративного искусственного интеллекта в рамках инновационных бизнес-моделей / Б. С.

Окаева // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 9, № 12(153). – С. 154-161. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.12.09.017.

4. Сергеев, Н. С. Применение генеративных сетей в проектной деятельности / Н. С. Сергеев // XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы Международной молодёжной научной конференции. Сборник докладов, Казань, 09–10 ноября 2023 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. – С. 3956-3960.

5. Пшеунова, В. Ю. Генеративный искусственный интеллект (ГИИ): плюсы и риски его применения / В. Ю. Пшеунова, Р. Л. Жамбекова, Г. А. Эфендиева // Экономика, менеджмент и право в новых реалиях: Сборник статей Национальной научно-практической конференции с международным участием Нальчик, Эльбрус, 02–03 июня 2023 года / Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова. Том Часть 1. – Нальчик, Эльбрус: Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, 2023. – С. 325-329.

6. Четыре основы, без которых генеративный ИИ не будет работать [Электронный ресурс]. https://www.itweek.ru/ai/article/detail.php?ID=231444 (дата обращения:21.03.25).

7. Лещинская, Н. М. Внедрение технологий искусственного интеллекта в России / Н. М. Лещинская, М. А. Колесник // Социология искусственного интеллекта. – 2023. – Т. 4, № 2. – С. 63-72.

8. Алексеев, А. В. Организационно-экономический механизм внедрения технологий искусственного интеллекта в России / А. В. Алексеев // Новые технологии. – 2020. – № 3. – С. 89-98. 9. Заметина, Т. В. Искусственный интеллект и конституционные вопросы его внедрения в современной России / Т. В. Заметина, Е. В. Комбарова // Правовая политика и правовая жизнь. – 2021. – № 1. – С. 180-189.

10. Соловьев, В.И. Влияние искусственного интеллекта на формирование профессий будущего / В. И. Соловьев // Формирование надпрофессиональных навыков молодежи в Крыму. Материалы рег. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых, 26 ноября 2020 г. – Симферополь, 2020. – С. 225-230.

11. Мусостов, З. Р. Использование искусственного интеллекта в HR-менеджменте в современной России: внедрение, риски, особенности / З. Р. Мусостов, А. Р. Албастов, Т. А. М. Дудаев // Естественно-гуманитарные исследования. – 2020. – № 32(6). – С. 270-273.

УДК 004.8:62-5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ

Москвин Андрей Дмитриевич, Петросян Лусинэ Эдуардовна
ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Москва, Россия
moskvin333@mail.ru, L.petrosyan@mgutm.ru

Аннотация. В статье исследуется применение генеративных моделей искусственного интеллекта, включая GAN и VAE, для автоматизации проектирования сложных цифровых систем. Рассматриваются теоретические принципы работы моделей, методология их обучения и практическое использование в создании цифровых схем, интерфейсов и робототехнических конструкций. Анализируются преимущества, ограничения и перспективы развития технологии в инженерной практике.

Ключевые слова: искусственный интеллект, генеративные модели, GAN, VAE, проектирование, цифровые системы

USING GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS FOR AUTOMATING THE DESIGN OF COMPLEX DIGITAL SYSTEMS

Moskvin Andrej Dmitrievich, Petrosyan Lusine Eduardovna
Moscow State University of Technology and Management, Moscow, Russia
moskvin333@mail.ru, L.petrosyan@mgutm.ru

Abstract. This article investigates the application of generative artificial intelligence models, such as GANs and VAEs, in automating the design of complex digital systems. It explores the theoretical principles of these models, their training methodology, and practical use in designing digital circuits, interfaces, and robotic structures. The advantages, limitations, and future prospects of the technology in engineering practice are analyzed.

Keywords: artificial intelligence, generative models, GAN, VAE, design, digital systems

Проектирование сложных цифровых систем, таких как микропроцессоры, программные интерфейсы или робототехнические модули, традиционно связано с высокими затратами времени, ресурсов и человеческого опыта. Развитие искусственного интеллекта (ИИ) открывает новые горизонты благодаря генеративным моделям, таким как генеративно-состязательные сети (GAN) и вариационные автоэнкодеры (VAE), которые способны самостоятельно создавать инновационные конструкции на основе обученных данных [1]. Эти

технологии сокращают сроки разработки, автоматизируют рутинные процессы и предлагают решения, недоступные традиционным методам [2].

Цель статьи – исследовать, как генеративные модели ИИ могут быть применены для автоматизации проектирования цифровых систем. Мы рассмотрим их теоретические основы, методологию разработки, практические примеры из электроники, программного обеспечения и робототехники, а также обозначим текущие вызовы и перспективы. Тема актуальна в условиях роста сложности современных систем и необходимости быстрого вывода продуктов на рынок [3].

Теоретические основы

Генеративные модели ИИ – это класс алгоритмов, способных создавать новые данные, схожие с обучающим набором [1]. Генеративно-состязательные сети (GAN) состоят из двух нейросетей: генератора, который создает данные, и дискриминатора, который оценивает их подлинность. В процессе обучения они соревнуются, улучшая качество генерируемых результатов [4]. Вариационные автоэнкодеры (VAE) работают иначе: они кодируют входные данные в скрытое пространство и генерируют новые образцы, минимизируя ошибки восстановления [5].

В проектировании цифровых систем эти модели используются для создания структур, таких как электрические схемы или архитектуры программ. Например, GAN могут генерировать топологии микропроцессоров, а VAE – оптимизировать компоновку элементов на основе заданных параметров [2]. Их преимущество – способность учитывать сложные зависимости в данных, что недоступно традиционным методам [6].

Методология разработки

Процесс использования генеративных моделей для проектирования цифровых систем включает следующие шаги:

1. Сбор данных: Формируется база данных существующих систем – схем микропроцессоров, макетов интерфейсов или чертежей робототехнических узлов. Например, для электроники это могут быть библиотеки SPICE-моделей [7].

2. Обучение моделей: GAN обучаются путем балансировки генератора и дискриминатора, чтобы избежать переобучения или коллапса режима генерации, а VAE – через настройку скрытого пространства для обеспечения разнообразия выходных данных [4]. Обучение требует больших вычислительных ресурсов, таких как GPU.

3. Генерация решений: Модель создает новые конструкции — от схем с оптимизированным энергопотреблением до интерфейсов с заданным стилем. Например, GAN может предложить топологию транзисторов для усилителя [8].

4. Оценка и оптимизация: Сгенерированные проекты проверяются с помощью симуляторов (Cadence, MATLAB) или экспертных оценок на соответствие требованиям, таким как производительность или надежность [5].

5. Итерация: На основе обратной связи модель дообучается, улучшая качество генерации. Это может включать добавление новых данных или корректировку параметров [6].

Для реализации используются глубокие нейронные сети, фреймворки TensorFlow или PyTorch, а также инструменты симуляции, такие как Synopsys для проверки схем или Unity для тестирования интерфейсов [9].

Практические применения

Генеративные модели уже применяются в различных областях проектирования:

1. Электронные схемы: GAN ускоряют разработку аналоговых цепей, генерируя топологии с улучшенными характеристиками. В 2021 году MIT использовал их для создания энергоэффективных схем, сократив время проектирования с недель до часов [2].

2. Программные интерфейсы: VAE создают адаптивные пользовательские интерфейсы, анализируя поведение пользователей. Например, модель может предложить дизайн мобильного приложения с оптимизированным расположением кнопок [8].

3. Робототехника: Генеративные модели проектируют конструкции манипуляторов или шасси, минимизируя вес и увеличивая прочность. В одном из экспериментов ИИ предложил роботизированный сустав, превосходящий стандартные аналоги по гибкости [9].

Пример из практики: Google применила генеративный ИИ для разработки чипов Tensor Processing Unit (TPU). Модель создала компоновку транзисторов, которая обеспечила более высокую скорость обработки по сравнению с традиционными методами проектирования, что подтверждает потенциал технологии для реальных задач [3]. Такие примеры показывают, как ИИ может не только автоматизировать, но и улучшать процесс проектирования [10].

Вызовы и перспективы

Применение генеративных моделей сталкивается с рядом трудностей:

- Качество данных: Низкое качество или недостаток обучающих выборок приводит к ошибкам в генерации, например, к неработоспособным схемам [5].
- Вычислительные ресурсы: Обучение моделей требует мощных серверов с GPU, что увеличивает затраты и энергопотребление [9].
- Интерпретируемость: Сложно объяснить, почему модель выбрала конкретный дизайн, что затрудняет доверие со стороны инженеров [6].
- Ограниченность задач: Текущие модели лучше работают с узкими задачами, чем с комплексными системами [2].

Перспективы развития включают создание гибридных подходов (комбинация GAN и VAE для повышения точности), использование квантовых вычислений для ускорения обучения и расширение применения в такие

области, как проектирование сетей 6G или систем виртуальной реальности. Также возможна интеграция с инструментами обратной связи от пользователей для адаптации дизайна в реальном времени [10].

Генеративные модели ИИ, такие как GAN и VAE, трансформируют процесс проектирования сложных цифровых систем, предлагая автоматизацию, ускорение и инновационные решения [1]. Они уже демонстрируют успехи в электронике, интерфейсах и робототехнике, как видно из примеров Google и MIT. Несмотря на ограничения, связанные с данными и ресурсами, технология имеет огромный потенциал, особенно с развитием алгоритмов и вычислительных мощностей, обещая стать основой для будущих инженерных разработок [2].

Источники

1. Goodfellow I., Pouget-Abadie J., Mirza M., et al. Generative Adversarial Nets // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2014. – Vol. 27. – P. 2672-2680.

2. Kingma D.P., Welling M. Auto-Encoding Variational Bayes // arXiv preprint arXiv:1312.6114. – 2013.

3. Mirhoseini A., Goldie A., Yazgan O., et al. A graph placement methodology for fast chip design // Nature. – 2021. – Vol. 594. – P. 207-212.

4. Creswell A., White T., Dumoulin V., et al. Generative Adversarial Networks: An Overview // IEEE Signal Processing Magazine. – 2018. – Vol. 35, № 1. – P. 53-65.

5. Doersch C. Tutorial on Variational Autoencoders // arXiv preprint arXiv:1606.05908. – 2016.

6. Liu Z., Luo P., Wang X., Tang X. Deep Learning Face Attributes in the Wild // Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). – 2015. – P. 3730-3738.

7. Zhang Y., Chan W., Jaitly N. Very deep convolutional networks for end-to-end speech recognition // 2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). – 2017. – P. 4845-4849.

8. Karras T., Laine S., Aila T. A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2019. – P. 4401-4410.

9. Radford A., Metz L., Chintala S. Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks // arXiv preprint arXiv:1511.06434. – 2015.

10. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., et al. Attention is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2017. – Vol. 30. – P. 5998-6008.

УДК 004.4'2

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАПРОСОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ В КОРПОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ НА БАЗЕ SERVICE-DESK ПЛАТФОРМ

Мубаракзянов Ильназ Фанилевич, Филимонова Тамара Константиновна
КГЭУ, г. Казань, Россия
mubarakzyanov01@mail.ru, filimonova.tamara@bk.ru

Аннотация. Данное исследование представляет инновационную систему автоматической классификации и маршрутизации запросов технической поддержки, основанную на гибридном подходе, который интегрирует ансамбль алгоритмов машинного обучения (включая SVM и нейронные сети) с динамическим механизмом бизнес-правил, что позволяет достигать точности распределения до 90% при покрытии 90% входящих запросов.

Ключевые слова: Автоматизация службы поддержки, управление заявками, интеллектуальное servise-desk приложение, ансамблевые классификаторы.

INTELLIGENT METHODS OF AUTOMATING THE DISTRIBUTION OF TECHNICAL SUPPORT REQUESTS IN CORPORATE SYSTEMS BASED ON SERVICE-DESK PLATFORMS

Mubarakzyanov Ilnaz Fanilevich, Filimonova Tamara Konstantinovna
KSPEU, Kazan, Russia
mubarakzyanov01@mail.ru, filimonova.tamara@bk.ru

Abstract. This research presents a novel automatic classification and routing system for technical support requests based on a hybrid approach that integrates an ensemble of machine learning algorithms (including SVMs and neural networks) with a dynamic business rule engine to achieve up to 90% allocation accuracy while covering 90% of incoming requests.

Keywords: Help desk automation, request management, intelligent servise-desk application, ensemble classifiers.

Современные системы ИТ-обслуживания трансформируются благодаря внедрению технологий искусственного интеллекта и оптимизации рабочих процессов. Ключевой задачей является автоматизация рутинных операций, включая категоризацию и распределение заявок (тикетов), поступающих от пользователей [1]. Точность первичного направления запроса в соответствующую группу поддержки напрямую влияет на скорость разрешения инцидентов. Однако ручное распределение сталкивается с проблемами:

неоднородность формулировок, динамика изменений в структуре ИТ-сервисов и необходимость обработки больших объемов данных.

Настоящее исследование предлагает инновационное решение для автоматической классификации запросов с использованием гибридного подхода, сочетающего машинное обучение и бизнес-правила. Основные вклады работы:

1. Ансамблевый классификатор на основе методов supervised learning, демонстрирующий точность на уровне человека.

2. Адаптивный механизм правил для обработки специфичных сценариев, не охваченных моделью [2].

3. Результаты тестирования на реальных данных (700 тыс. запросов, 428 групп), подтверждающие эффективность системы.

На рисунке 1 показана архитектура системы и диаграмма потока данных.

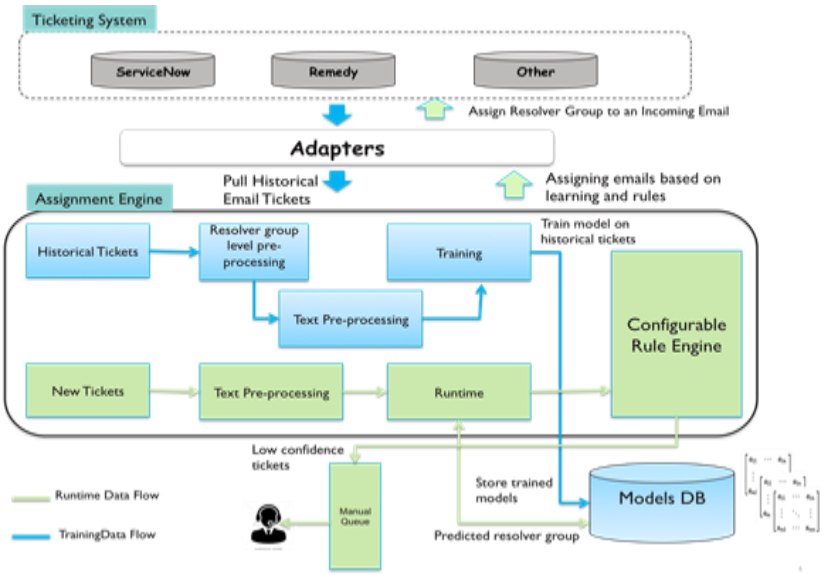


Рис.1. Архитектура предлагаемой системы

Система состоит из двух модулей:

- Обучение модели: Исторические данные из ITSM-платформ (ServiceNow, Remedy) очищаются (объединение групп, фильтрация редких классов) и преобразуются в векторные представления (TF-IDF, GloVe) [3].
- Распределение запросов: Ансамбль из SVM и MLP классифицирует новые тикеты, а правила корректируют результат на основе регулярных выражений или бизнес-логики [4].

Экспериментальные результаты.

Тестирование на трех датасетах показало:

- Точность ансамбля: 89.61% (Dataset C), что превышает человеческую точность (85%).
- Покрытие автоматической обработки: 93.83%, снижающее нагрузку на операторов [5].

Результаты можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение алгоритмов (Dataset C)

Алгоритм	Точность (%)	Время обучения (с)
SVM	86.34	1001.06
MLP	83.30	2779
LSTM (GloVe)	83.51	687,483

В данной работе описан механизм распределения заявок по электронной почте, который использует совокупность методов машинного обучения для автоматической диспетчеризации [6]. Объединили наш ансамблевый классификатор с настраиваемым механизмом правил для обнаружения специфических высказываний для оптимальной работы. Система достигает точности на уровне человека [7]. В будущем можно решить проблему автоматического извлечения правил на основе данных из неправильно классифицированных писем. И последнее, но не менее важное, необходимо усовершенствовать алгоритм назначения для работы с вложениями электронной почты [8].

Источники

1. Чаричанский А.В., Янаева М.В., Веб-система service desk с применением нейронных сетей // Молодой исследователь Дона. 2022. С. 35–38.
2. Репецкий С.О., Репецкая Н.В., Обработка заявок в IT service desk // Журнал StudNet. 2021;
3. Веклич В.П., Характеристика законов распределения для имитационной модели службы service desk // Форум молодых ученых. 2021. С. 89–93.
4. Лавреш И.И., Кузнецов В.Д., Имитационное моделирование процессов предоставления ит-услуг с помощью метода постепенной формализации // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1. Математика. Механика. Информатика. 2022. С. 33–45.
5. Чудинов П.А., Сопоставительный анализ технологий для создания веб-приложений // Вестник науки. 2025. С. 1041–1044.
6. Лобзин И.А., Анализ возможностей автоматизации процесса приоритезации пользовательских запросов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. С. 726–728.
7. Малимонов М.И., Система учета заявок для ИТ-подразделений КНЦ СО РА // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2024. С. 144–154.
8. Царец А.О., Программная архитектура решений для поддержки омниканальности // Инновации и инвестиции. 2022. С. 70–77.

УДК 004.8:519.21

АНСАМБЛЕВЫЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: БЭГГИНГ И СЛУЧАЙНЫЙ ЛЕС

Мулюкова Яна Рустамовна, Будникова Иветта Константиновна
КГЭУ, г. Казань, Россия
y.r.mulyukova@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена анализу применения ансамблевых методов, таких как бэггинг и случайный лес, в задачах искусственного интеллекта (ИИ). Рассмотрены принципы их работы, основанные на случайных выборках и построении ансамблей моделей, что позволяет улучшить точность предсказаний и повысить устойчивость алгоритмов к шуму. В статье отмечается, что вероятностные методы не только формируют основу для построения статистических моделей, но и играют ключевую роль в повышении надежности ИИ-систем при обработке сложных и неоднородных данных.

Ключевые слова: ансамблевые методы, бэггинг, бутсрэп, случайный лес, вероятностные модели, искусственный интеллект, машинное обучение.

ENSEMBLE MODELS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROBLEMS: BAGGING AND RANDOM FOREST

Mulyukova Yana Rustamovna, Budnikova Ivetta Konstantinovna
KSPEU, Kazan, Russia
y.r.mulyukova@gmail.com

Abstract. The article is devoted to analyzing the application of ensemble methods, such as bagging and random forest, in artificial intelligence (AI) tasks. The principles of their operation based on random sampling and construction of ensembles of models are considered, which allows improving the accuracy of predictions and increasing the stability of algorithms to noise. The article notes that probabilistic methods not only form the basis for building statistical models, but also play a key role in improving the reliability of AI systems when processing complex and heterogeneous data.

Keywords: ensemble methods, bagging, bootstrapping, random forest, probabilistic models, artificial intelligence, machine learning.

На данный момент искусственный интеллект (ИИ) демонстрирует всему миру впечатляющие успехи в различных сферах и даже в тех, в которых ранее могли работать исключительно люди, например, медицина. Такие достижения ИИ стали возможными благодаря увеличению вычислительных мощностей и улучшению алгоритмов. Однако, несмотря на успех, ИИ все также может

давать неверные, неполные или просто поверхностные ответы. Например, система распознавания лиц может неверно определять человека из-за ракурса, качества изображения или освещения [1, 2].

Для ИИ очень важно не делать однозначных выводов, а оценивать вероятность различных исходов, таким образом, получится дать наиболее полный и точный ответ. С этой задачей ИИ помогает теория вероятностей и математическая статистика. Данные разделы математики предоставляют методологическую основу для работы с неопределенностью, а также помогают обобщать данные, выявлять закономерности и строить модели.

Ансамблевый метод – это подход в машинном обучении, при котором используется несколько моделей, их объединяют для того, чтобы усреднить результат и сделать его наиболее верным. Такие методы используют для улучшения обобщающей способности и повышения точности ответов, они позволяют повысить устойчивость модели за счет агрегации результатов нескольких алгоритмов [3, 4].

Одним из ярких примеров ансамблевых методов является бэггинг. Бэггинг – это метод, основанный на бутстрэп-выборках для обучения моделей, результаты которых затем агрегируются для получения окончательного прогноза. На рисунке 1 представлена общая схема алгоритма бэггинга:

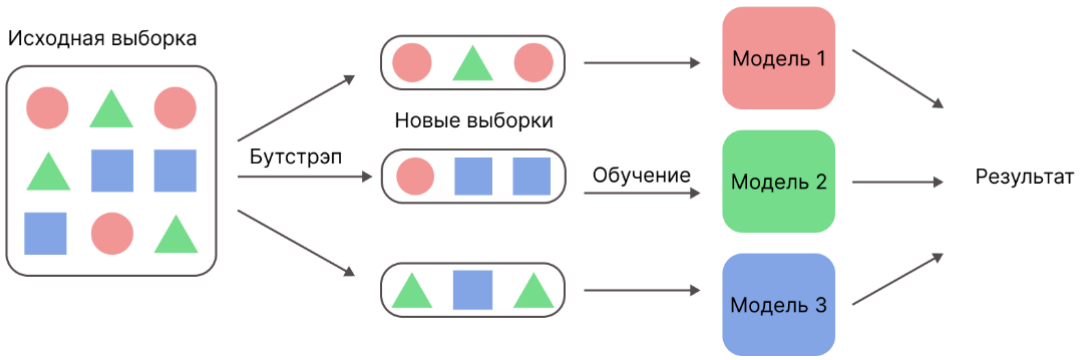


Рис. 1. Общий алгоритм бэггинга

Бутстрэп предполагает процесс формирования новых выборок на основе исходной выборки путем добавления случайного элемента исходной выборки в новую с возвращением, при этом один и тот же элемент может входить в несколько новых одновременно. Такой метод формирования выборок позволяет достигать наибольшей случайности, которая нужна нам для повышения устойчивости модели и, как следствие, более точных результатов.

Рисунок 2 демонстрирует процесс формирования бутстрэп-выборок.

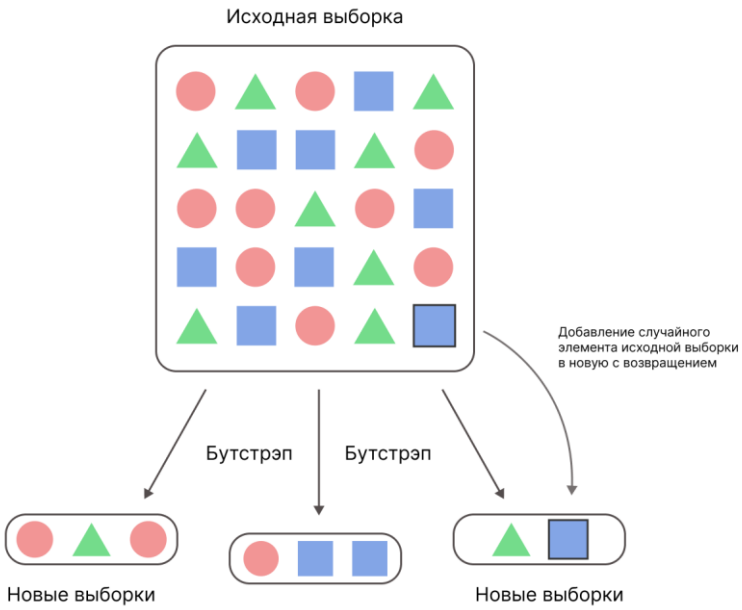


Рис. 2. Алгоритм формирования выборок с помощью бутстрэпа

Как мы уже отметили ранее, при бутстрэп методе предполагается, что элемент для добавления выбирается случайно и может входить в несколько выборок много раз, но также это значит, что некоторые элементы не войдут ни в одну выборку. Вероятность того, что элемент войдет в выборку длиной l рассчитывается по следующей формуле [7]:

$$\text{P(элемент выбран)} = 1 - \left(1 - \frac{1}{l}\right)^{l} = 1 - \frac{1}{e} \approx 0.632$$

То есть примерно 63.2% элементов будет представлено в каждой бустрэп-выборке, а остальные 36.8% будут отсутствовать.

Отсутствующие элементы могут составлять отложенную выборку и на ее основе мы можем сформировать критерий out-of bag (OOB estimate). Данный критерий направлен на то, чтобы оценить качество модели. Его использование хорошо подходит для небольшого объема данных, так как таким образом используется весь набор данных, в то время как, например, валидационная выборка, которая также используется для оценки качества модели, требует выделения отдельной выборки, что сильно сокращает набор данных для обучения [5].

Продолжением и расширением идеи бэггинга является – случайный лес – метод, в котором используются деревья решений. Основная особенность такого метода заключается в том, что он добавляет еще больше случайности в бэггинг: при построении каждого дерева используется не только случайная подвыборка данных, но и случайное подмножество признаков. Выбор случайных подмножеств данных и признаков называется методом случайных участков, что делает случайный лес особенно эффективным для работы с большими и сложными наборами данных. Данный метод позволяет снизить корреляцию

между деревьями и повысить общую точность модели, делая ее еще более устойчивой [4, 7].

Одна из основных проблем, которую стремятся решить ученые по разработке искусственного интеллекта – переобучаемость модели на новых, «шумных» данных [6]. Процесс переобучения заключается в том, что модель вместо того, чтобы выявлять общие закономерности и действительно «учиться», она просто запоминает, как работать с определенными данными, она как бы запоминает ответы, которые должна давать в определенной ситуации.

Бэггинг и случайный лес решают данную проблему [7]. Бэггинг «накладывает» один слой случайности в виде случайных подвыборок, основанных на исходной выборке, а случайный лес «накладывает» следующий слой в виде случайности при выборе признаков для каждого разбиения в деревьях решений. Таким образом, ансамблевые методы – это мощный инструмент для построения моделей машинного обучения, который позволяет увеличить точность.

Источники

1. Малоизвестные ошибки систем распознавания лиц. URL: https://videoglaz.ru/blog/maloizvestnye-oshibki-sistem-raspoznavaniya-lic. (дата обращения 18.03.2025).

2. Будникова И.К., Абдуллина Н.М. Разработка программного обеспечения для автоматизированной системы обработки видеоматериалов / Вестник технологического университета. 2024. Т.27. №3. С.84-89

3. Кашницкий Ю.С. Ансамблевый метод машинного обучения, основанный на рекомендации классификаторов. URL: https://publications.hse.ru/pubs/share/folder/8yhvx1d91h/167677940.pdf (Дата обращения 18.03.2025).

4. Шитиков В. К., Мастицкий С. Э. Классификация, регрессия, алгоритмы Data Mining с использованием R. Электронная книга. URL: https://github.com/ranalytics/data-mining (Дата обращения 19.03.2025).

5. Китов В. В. Машинное и глубокое обучение. Онлайн-учебник. URL: https://deepmachinelearning.ru/docs/Machine-learning/Model-ensembles/Sample-based-base-models (Дата обращения 21.03.2025)

6. Груздев А.В. Прогнозное моделирование в IBM SPSS Statistics, R и Python: метод деревьев решений и случайный лес URL: https://ibooks.ru/bookshelf/ 372844/ /reading (дата обращения: 26.03.2025).

7. Захаренко Е.П. Бэггинг и случайный лес. Ключевые особенности и реализация с нуля на Python. URL: https://habr.com/ru/articles/801161/ (Дата обращения 20.03.2025)

УДК 004.8

ИИ В РОБОТОТЕХНИКЕ: СОЗДАНИЕ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ

Мутаев Ильназ Ильгизович, Хайрутдинов Камиль Ирекович, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
mutaevii@mail.ru, kmlhrv@mail.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется трансформация робототехники под влиянием технологий искусственного интеллекта, позволяющих создавать автономные системы нового поколения. Рассматриваются ключевые технологические прорывы: от глубокого обучения с подкреплением до современных методов компьютерного зрения и роевого интеллекта. Особое внимание уделяется практическим применениям – от сельскохозяйственных роботов до спасательных систем и космических роверов. Анализируются основные вызовы, включая проблемы энергопотребления, безопасности и этики, а также перспективные направления развития, такие как нейроморфные вычисления и квантовые процессоры.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автономные роботы, машинное обучение, компьютерное зрение, SLAM.

AI IN ROBOTICS: CREATING AUTONOMOUS ROBOTS FOR COMPLEX TASKS

Mutaev Ilnaz Ilgizovich, Khairutdinov Kamil Irekovich, Pyrnova Olga Alexandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
mutaevii@mail.ru, kmlhrv@mail.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. The article explores the transformation of robotics under the influence of artificial intelligence technologies that make it possible to create autonomous systems of a new generation. Key technological breakthroughs are considered: from deep reinforcement learning to modern methods of computer vision and swarm intelligence. Special attention is paid to practical applications ranging from agricultural robots to rescue systems and space rovers. The main challenges are analyzed, including issues of energy consumption, safety and ethics, as well as promising areas of development such as neuromorphic computing and quantum processors.

Keywords: artificial intelligence, autonomous robots, machine learning, computer vision, SLAM.

Современный этап технологического развития робототехнических систем характеризуется качественным переходом от детерминированных программных алгоритмов к когнитивным архитектурам на основе искусственного интеллекта

[1]. Если промышленные роботы первого поколения (1960-е гг.) функционировали в строго регламентированных условиях, то современные автономные системы способны адаптироваться к динамически изменяющимся параметрам окружающей среды [2]. Так, на рисунке 1 можно увидеть, как современные робототехнические системы претерпели значительную трансформацию:

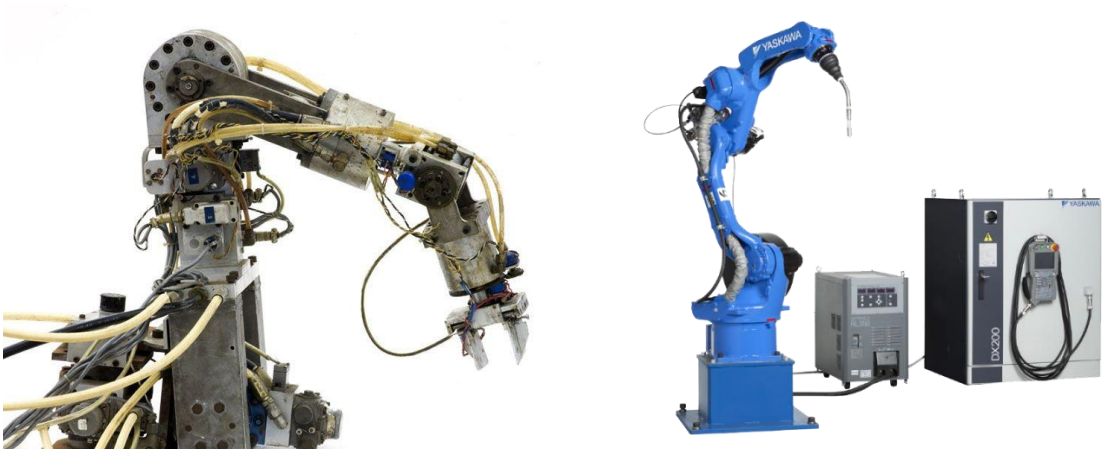


Рис. 1. Эволюция роботов: от механических манипуляторов 1960-х до современных автономных систем с ИИ

Основная проблема, с которой сталкиваются разработчики автономных систем, заключается в колоссальной сложности реального мира. В отличие от стерильной среды заводского цеха, где все параметры строго контролируются, в естественных условиях роботу приходится иметь дело с бесконечным множеством переменных [3]. К ним относятся: нестационарные условия освещения, стохастически изменяющиеся препятствия, динамические объекты с нелинейной траекторией движения, а также существенный уровень шумов в сенсорных данных. Классические алгоритмы управления, базирующиеся на жестко заданных правилах, демонстрируют принципиальную ограниченность при попытке формализации всего многообразия возможных сценариев взаимодействия с окружающей средой. Именно здесь на помощь приходят методы машинного обучения, позволяющие роботу не просто выполнять заранее запрограммированные инструкции, а действительно понимать окружающую среду.

Одним из наиболее перспективных направлений стало применение нейросетевых архитектур для обработки сенсорных данных. Современные системы компьютерного зрения, основанные на сверточных нейронных сетях, демонстрируют поразительную точность в распознавании объектов [4]. Например, сельскохозяйственные роботы теперь могут не просто механически собирать урожай, а анализировать степень зрелости каждого плода по совокупности десятков признаков – от цвета и размера до микрорельефа поверхности. При этом в отличие от ранних систем, требовавших точной

настройки под конкретные условия, современные алгоритмы способны адаптироваться к изменениям освещенности, погодным условиям и другим переменным факторам. Ниже представлена таблица, в которой сравниваются наиболее популярные технологии компьютерного зрения в робототехнике.

Таблица 1. Сравнение технологий компьютерного зрения в робототехнике (данные за 2023 г.)

Технология	Точность (%)	Применение	Ограничения
CNN(ResNet-50)	98,7	Распознавание объектов	Требует GPU
Semantic Segmentation	92,3	3D-картографирование	Высокое энергопотребление
Event-based Vision	95,1	Быстродвижущиеся роботы	Специфичные датчики

Особый научный интерес представляет эволюционный переход в развитии алгоритмов автономной навигации. Исторически первые поколения мобильных робототехнических комплексов обладали крайне ограниченными возможностями пространственной ориентации, требуя либо специальных маркерных меток, либо априорно загруженных цифровых картографических данных. В отличие от них, современные системы одновременной локализации и картографирования (SLAM – Simultaneous Localization and Mapping) реализуют принципиально иную парадигму, обеспечивая динамическое построение и непрерывную актуализацию трехмерной модели окружающего пространства в режиме реального времени [5]. Достижение подобного уровня автономности стало возможным благодаря синергетическому сочетанию мультимодальной сенсорной системы: лидарные сканеры, обеспечивающие высокоточное измерение расстояний; стереоскопические камерные системы, реализующие анализ глубины сцены; измерительные модули (IMU), отслеживающие перемещения. Все эти данные интегрируются в единую систему, которая не просто строит карту, но и понимает семантику окружающего пространства – распознает двери, лестницы, зоны повышенной опасности и другие значимые объекты. На рисунке 2 представлен принцип работы SLAM.

Однако настоящим прорывом стало применение методов обучения с подкреплением (Reinforcement Learning). Этот подход радикально меняет парадигму программирования роботов. Вместо того чтобы вручную прописывать каждое возможное действие, разработчики создают виртуальную среду, где робот методом проб и ошибок учится выполнять поставленные задачи [6]. Например, чтобы научить четвероногого робота устойчиво передвигаться, его цифровой двойник совершает миллионы «шагов» в симуляции, постоянно получая обратную связь о качестве своих действий. В

результате алгоритм самостоятельно находит оптимальные стратегии передвижения, которые зачастую оказываются неожиданными для самих разработчиков. Именно так были созданы многие известные роботы Boston Dynamics, демонстрирующие феноменальную устойчивость и адаптивность.

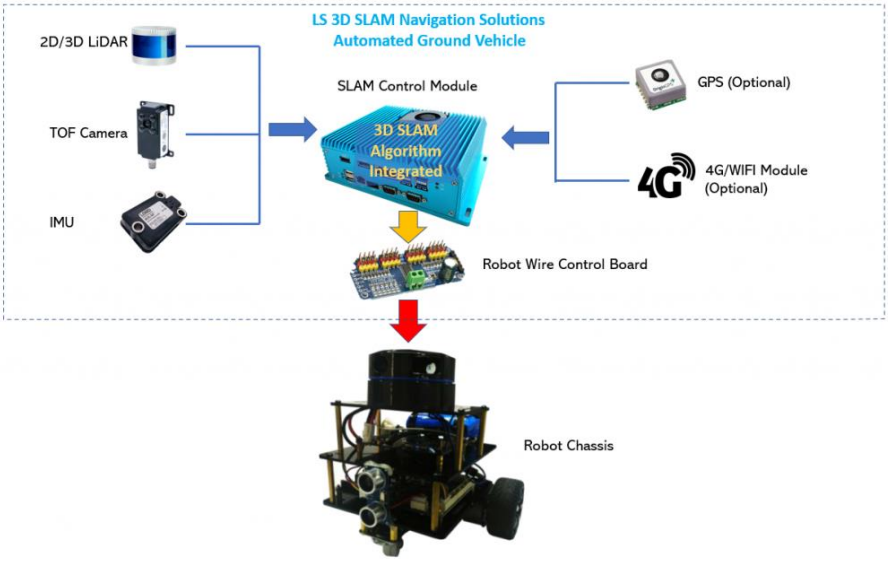


Рис. 2. Принцип работы SLAM: интеграция данных лидара, камер и IMU-датчиков

Отдельного рассмотрения заслуживают коллективные системы – так называемые роевые роботы. Их принципиальное отличие заключается в децентрализованном управлении: вместо четкой иерархии каждая единица действует на основе локальных правил и взаимодействия с ближайшими соседями [7]. Такие системы демонстрируют удивительную устойчивость к повреждениям – выход из строя отдельных элементов практически не влияет на выполнение общей задачи. Применение ИИ позволило значительно усложнить поведение роев: теперь это не просто синхронные движения, а сложная координация при выполнении таких задач, как строительство конструкций, поисковые операции или даже совместная транспортировка крупногабаритных грузов. Примечательно, что многие алгоритмы вдохновлены природными системами – поведением стай птиц, колоний муравьев или бактериальных сообществ.

Особую область применения автономных роботов составляют экстремальные среды, где присутствие человека невозможно или крайне опасно [8]. Подводные аппараты для исследования океанских глубин, марсоходы, роботы для ликвидации последствий радиационных аварий – все эти системы сталкиваются с уникальными вызовами. Задержки связи делают невозможным дистанционное управление, а суровые условия требуют особой надежности всех компонентов. Именно в таких задачах наиболее востребованы

современные ИИ-алгоритмы, способные работать в условиях неопределенности и принимать решения на основе неполных или зашумленных данных.

Несмотря на значительные достижения в области робототехники и искусственного интеллекта, реализация полноценной автономности сталкивается с рядом фундаментальных ограничений:

1. Проблема энергопотребления: современные нейросетевые алгоритмы требуют значительных вычислительных ресурсов, что приводит к необходимости использования громоздких источников питания;

2. Проблема гарантированной безопасности: критически важными аспектами в данном направлении являются надежность принимаемых решений, предсказуемость поведения во внештатных ситуациях, а также устойчивость к внешним воздействиям и киберугрозам [9];

3. Этико-правовой аспект автономных систем, а именно проблема распределения ответственности за действия автономных агентов, вопросы правого статуса искусственного интеллекта, а также этические принципы принятия решений в критических ситуациях.

Перспективы развития рассматриваемого направления связаны с несколькими ключевыми технологиями [10, 11]. Так, нейроморфные вычисления, имитирующие архитектуру биологического мозга, обещают радикально снизить энергопотребление систем ИИ. Квантовые вычисления могут дать прорыв в скорости обработки данных. Развитие новых материалов и методов энергопитания позволит создать более компактные и выносливые системы. Уже сейчас очевидно, что симбиоз искусственного интеллекта и робототехники открывает новые горизонты в самых разных областях – от медицины до космических исследований, постепенно стирая грань между автоматизированными устройствами и по-настоящему разумными машинами.

В ближайшие десятилетия человек, вероятно, станем свидетелем появления принципиально новых классов роботизированных систем, способных к длительной автономной работе в сложных динамических средах. Эти машины будут не просто выполнять заранее заданные программы, а действительно понимать свои задачи, адаптироваться к изменениям и даже проявлять элементы творческого подхода при решении нестандартных проблем. Такая перспектива ставит перед человечеством не только технологические, но и философские вопросы о природе интеллекта и будущем взаимодействия человека и машины.

Источники

1. Демкин, В. И. Искусственный интеллект в робототехнике / В. И. Демкин, Д. К. Луков // Синергия Наук. 2018. № 24. С. 813-818.

2. Михайлов, Б. Б. Автономные мобильные роботы - навигация и управление / Б. Б. Михайлов, А. В. Назарова, А. С. Ющенко // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. № 2(175). С. 48-67.

3. Ярышев С.Н., Рыжова В.А., Технологии глубокого обучения и нейронных сетей в задачах видеоанализа. СПб: Университет ИТМО, 2022. 82 с.

4. Сверточная нейросетевая модель сортировки бытовых отходов / А. С. Катасев, Д. В. Катасева, Ю. Н. Смирнов, Л. Н. Кунафина // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27, № 10. С. 101-105.

5. Нейросетевая система расчета урожайности подсолнечника / А. С. Катасев, И. И. Исмагилов, Ю. Н. Смирнов, Т. Р. Абдрахманов // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27, № 9. С. 104-109.

6. Салимов, Р. Р. Роботизация процессов в банковской сфере с использованием искусственного интеллекта / Р. Р. Салимов, Д. Р. Тахаутдинов // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 1073-1075.

7. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Бекетова С.И. Информационные технологии как основы парадигмы в образовании с целью развития общества // Russian Journal of Education and Psychology. 2023. Т.14, №2-2. С. 85-89.

8. Мифтахова А. Р., Пырнова О.А. Роботы-ассистенты и их вклад в улучшение жизни людей // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 950-954.

9. Силкина, О. Ю. Тенденции в развитии искусственного интеллекта / О. Ю. Силкина, Р. С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 3(21). С. 63-65.

10. Цеева, Ф. М. Автоматизация производства с использованием нейронных сетей и глубокого обучения / Ф. М. Цеева, А. С. Верещагина, С. Г. Николаева // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, № 12(153). С. 12-19.

11. Насурова, З. А. Искусственный интеллект: современные применения и перспективы развития / З. А. Насурова, А. А. Халидов, А. С. Лугуева // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 9, № 2(155). С. 110-115.

УДК 629.331+004.89

БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

Мухаметов Ранис Фанисович, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ranis.muhametov@bk.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. Статья исследует инновационные технологии, лежащие в основе умных автомобилей, оснащённых искусственным интеллектом. Рассматриваются ключевые аспекты, такие как контроль состояния водителя, системы экстренного оповещения, интеллектуальные функции безопасности, автономное управление и адаптивное освещение. Особое внимание уделено перспективам развития беспилотного транспорта, необходимости модернизации дорожной инфраструктуры и успехам российских производителей в создании автономных транспортных средств. Также анализируется, как технологии ИИ будут интегрированы в транспортные системы будущего, обеспечивая безопасность и эффективность дорожного движения.

Ключевые слова: умные автомобили, искусственный интеллект, безопасность дорожного движения, автономные транспортные средства, беспилотные технологии.

SAFETY AND EFFICIENCY OF CARS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Mukhametov Ranis Fanisovich, Pyrnova Olga Alexandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
ranis.muhametov@bk.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. The article examines the innovative technologies that underlie smart cars equipped with artificial intelligence. Key aspects such as driver condition monitoring, emergency alert systems, intelligent safety features, autonomous control and adaptive lighting are considered. Particular attention is paid to the prospects for the development of unmanned transport, the need to modernize road infrastructure and the success of Russian manufacturers in creating autonomous vehicles. It also analyzes how AI technologies will be integrated into the transport systems of the future, ensuring the safety and efficiency of road traffic.

Keywords: smart cars, artificial intelligence, road safety, autonomous vehicles, driverless technologies.

Современный автомобиль перестал быть просто средством передвижения – сегодня это высокотехнологичный комплекс, объединяющий передовые разработки в области искусственного интеллекта, машинного обучения и автоматизации. Стремительное развитие технологий кардинально меняет

представление о транспорте будущего: умные автомобили не только обеспечивают беспрецедентный уровень комфорта, но и становятся ключевым элементом безопасного и эффективного дорожного движения.

Внедрение ИИ в автомобилестроение открывает новые горизонты – от систем мониторинга состояния водителя до полностью автономного управления. Эти инновации призваны решить одну из самых острых проблем современности: человеческий фактор, который остается основной причиной большинства ДТП. По данным исследований, интеллектуальные помощники и автономные системы способны предотвратить до 90 % аварий, связанных с ошибками водителей [1].

В данной статье рассмотрено, как искусственный интеллект трансформирует автомобильную индустрию, какие технологии уже сегодня повышают безопасность на дорогах и какие перспективы открываются перед беспилотным транспортом в ближайшем будущем.

Высокотехнологичные автомобили нового поколения создаются для максимального комфорта и безопасности, освобождая водителя от рутинных задач. Современные системы мониторинга состояния водителя снижают риск засыпания за рулем и снижают вероятность ДТП, связанных с переутомлением или проблемами со здоровьем. Умные автомобили могут быть оснащены специальным оборудованием для отслеживания поведения и состояния водителя. В качестве примера можно привести следующее[2]:

– обнаружение алкогольного опьянения и последующая блокировка управления при риске для безопасности;

– мониторинг усталости, а предупреждение при потере концентрации или засыпании;

– экстренное оповещение и автоматическая передача данных диспетчеру или службам спасения в критических ситуациях.

На сегодняшний день многие умные автомобили оснащены датчиками, целью которых является мгновенная реакция в случае экстренных ситуаций. Если есть опасность столкновения или физический контакт с обочиной, разметкой, ограждениями или другими участниками дорожного движения, то система автоматически связывается с экстренными службами, а также передает точные координаты и данные о состоянии транспортного средства [3].

Кроме того, системы на основе искусственного интеллекта предоставляют информацию и рекомендации в режиме реального времени, чтобы помочь водителям ориентироваться в сложных дорожных условиях, таких как интенсивное движение или плохая погода. Например, передовые системы помощи водителю (ADAS, Advanced Driver Assistance Systems) помогают водителям оставаться в безопасности на дороге, предлагая такие

функции, как предупреждения о сходе с полосы движения, адаптивный круиз-контроль и автоматическое экстренное торможение [4].

Также существуют расширенные функции безопасности, которые позволяют искусственному интеллекту обнаруживать потенциальные опасности и принимать меры по их купированию, анализируя данные из различных источников, таких как датчики, камеры и GPS. Например, системы предотвращения столкновений могут помочь водителям избежать столкновений с другими автомобилями, предоставляя предупреждения о переднем столкновении, обнаружение слепых зон и камеры заднего вида.

Адаптивные фары регулируют яркость и направление света в зависимости от времени суток, погоды и дорожных условий. Это не только повышает комфорт, но и улучшает работу камер автономного управления.

Беспилотные автомобили – вершина технологического прогресса, ведь для достижения конечной точки оно должно знать маршрут, понимать окружающую обстановку, соблюдать ПДД, корректно взаимодействовать с пешеходами и другими участниками дорожного движения. Для их работы используются такие технологии, как:

1. Лидар (LIDAR – Light Detection and Ranging) – это лазерный сканер, который создает высокоточную трехмерную карту окружающего пространства. Работая по принципу лазерного дальномера, он испускает тысячи лазерных импульсов в секунду, измеряя время их возврата после отражения от объектов. Современные лидары обеспечивают точность измерений до 1-2 см на расстоянии до 200 метров, формируя детализированную 3D-модель окружения в реальном времени. Особенно эффективны лидары в условиях плохой видимости - при тумане, дожде или в темное время суток [5];

2. Радарные системы (RADAR – Radio Detection and Ranging) используют радиоволны миллиметрового диапазона для определения расстояния до объектов, их скорости и направления движения. В отличие от лидаров, радары лучше работают в сложных погодных условиях и могут обнаруживать объекты на больших расстояниях (до 300 метров). Современные автомобильные радары работают на частотах 24 ГГц и 77 ГГц, обеспечивая высокую точность измерений даже при движении на высоких скоростях. Многолучевые радары способны отслеживать одновременно несколько объектов, что критически важно для систем автоматического торможения и адаптивного круиз-контроля;

3. GPS-навигация в беспилотных автомобилях использует не только спутниковые сигналы, но и данные инерциальных датчиков (акселерометров и гироскопов), что позволяет определять местоположение с точностью до 10 см. Современные системы дополняют GPS технологиями RTK (Real Time Kinematic) и наземными корректирующими станциями, что обеспечивает беспрецедентную точность позиционирования. В городских условиях, где спутниковый сигнал

может быть нестабильным, используются дополнительные методы локализации по характерным точкам ландшафта и дорожной инфраструктуре;

4. Компьютерное зрение – это сложная система, включающая несколько камер высокого разрешения (до 8К) с различными углами обзора. Алгоритмы глубинного обучения анализируют изображение в реальном времени, распознавая до нескольких сотен различных объектов: от дорожных знаков и разметки до пешеходов и животных. Современные системы используют нейронные сети, обученные на миллионах изображений, что позволяет им с точностью до 99% идентифицировать объекты даже в сложных условиях - при плохом освещении, частичном перекрытии объектов или нестандартных ракурсах. Особое внимание уделяется распознаванию жестов пешеходов и намерений других участников движения [6].

Ключевой вопрос массового внедрения – не отсутствие технологий, а их стоимость. Однако ведущие автопроизводители уже тестируют беспилотники на дорогах.

С каждым годом автопром предлагает всё более совершенные решения, поражающие воображение. Однако для полноценной интеграции беспилотников необходима модернизация инфраструктуры:

– «Умные» дороги, которые подразумевают под собой связь между светофорами, знаками и автомобилями;

– точное картографирование, включающее в себя актуальные данные о разметке, проведении ремонтных работ и препятствиях;

– специальные картографические машины, которые нацелены на регулярное обновление цифровых карт.

Несмотря на то, что наши автомобили не считаются самыми технологичными в мире, российские инженеры также вносят свой вклад в развитие умных автомобилей. Во-первых, Яндекс разработал прототип беспилотного такси, чтобы оставаться впереди своих западных конкурентов. С 2018 года машина активно испытывается и демонстрирует хорошие результаты. Однако неясно, когда можно ожидать, что она начнет использоваться в повседневной жизни. Создатели утверждают, что автомобиль использует сервис Яндекс.Навигатор для самостоятельного принятия решений на дороге. Во-вторых, сотрудники КАМАЗа и Научно-исследовательского центра НАМИ разработали прототип пассажирского микроавтобуса «Шатл» в России. Это еще один проект общественного транспорта на автопилоте, который должен выбрать идеальный маршрут и двигаться по нему с небольшой скоростью. В-третьих, первым отечественным грузовиком, полностью управляемым искусственным интеллектом, стал беспилотный КАМАЗ, серийного производство которого запланировано на ближайшие годы.

Таким образом, современные умные автомобили с искусственным интеллектом перестали быть футуристической концепцией – они уже сегодня становятся неотъемлемой частью транспортной системы. Технологии ИИ кардинально меняют представление о безопасности и эффективности дорожного движения, предлагая инновационные решения для контроля состояния водителя, предотвращения аварий и автоматизации управления. Однако главное преимущество умных автомобилей – не в технологической сложности, а в их способности спасать человеческие жизни. Снижая влияние человеческого фактора – основной причины аварий, – эти технологии открывают новую эру в транспортной безопасности.

Источники

1. Никоноров, Д. П. Применение технологий искусственного интеллекта для распознавания физического состояния человека / Д. П. Никоноров, О. А. Пырнова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 1000-1003.
2. Ахметвалеев, А. М. Нейросетевая модель и программный комплекс определения функционального состояния человека / А. М. Ахметвалеев, А. С. Катасев // Автоматизация процессов управления. – 2017. – № 3(49). – С. 88-95.
3. Интеллектуальная система анализа транспортных потоков в автоматизированных системах управления дорожным движением / А. С. Катасев, Р. М. Хусаинов, Н. Г. Талипов, Д. В. Шалаева // Программные продукты и системы. – 2024. – № 1. – С. 69-76.
4. Катасев, А. С. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица / А. С. Катасев, Б. Курбанов // Вестник Технологического университета. – 2023. – Т. 26, № 3. – С. 67-71.
5. Юсупова, Р. И. Исследование методов повышения безопасности в системах управления транспортом на основе информационных технологий / Р. И. Юсупова, Р. С. Зарипова // Экономика. Общество. Человек: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 344-349.
6. Рочева, О. А. Роль технологий искусственного интеллекта в цифровой трансформации транспортной отрасли / О. А. Рочева, Р. С. Зарипова, Д. А. Ахметшин // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 7, № 10(139). – С. 47-53.

УДК 004

СВЕРТОЧНАЯ НЕЙРОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ АНГЛИЙСКОГО РУКОПИСНОГО ТЕКСТА

Нгуен Тхи Тует Нган, Денисенко Вера Константиновна, Михайлов Сергей Артурович
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
denisenkovk@mpei.ru, MikhailovSAr@mpei.ru

Аннотация. В статье предложена модель распознавания рукописного английского текста на основе сверточной нейронной сети (CNN). Модель использует набор входных данных из 372 000 изображений, объединяет сверточные слои для извлечения признаков из изображений и библиотеку обработки естественного языка с целью повышения точности распознавания рукописного текста. В результате предлагаемая модель CNN достигает высокой точности и является более эффективной, чем некоторые модели как SVM, Random Forest, KNN (необходимо извлечение признаков вручную или зависит от расстояния). Модель демонстрирует высокие показатели точности (больше 90%) в решении проблемы распознавания рукописного английского текста.

Ключевые слова: сверточная нейронной сеть, глубокое обучение, Tensorflow, оптимизация SGD, распознавания рукописного английского текста, извлечение признаков.

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MODEL FOR RECOGNIZING ENGLISH HANDWRITTEN TEXT

Nguyen Thi Tuyet Ngan, Denisenko Vera Konstantinovna, Mikhaylov Sergey Arturovich
MPEI, Moscow, Russia
denisenkovk@mpei.ru, MikhailovSAr@mpei.ru

Abstracts. The article proposes a model for recognizing handwritten English text based on a convolutional neural network (CNN). The model uses an input dataset of 372,000 images, combines convolutional layers to extract features from images and a natural language processing library to improve the accuracy of handwritten text recognition. As a result, the proposed CNN model achieves high accuracy and is more effective than some models such as SVM, Random Forest, KNN (manual feature extraction is required or distance-dependent). The model demonstrates high accuracy rates (more than 90%) in solving the problem of recognizing handwritten English text.

Keywords: Convolutional Neural Network, Deep Learning, Tensorflow, SGD optimization, English handwritten text recognition, feature extraction.

Сверточная нейронная сеть (CNN) – это модель глубокого обучения, эффективно решающая задачи классификации и прогнозирования [1]. При

обработке изображений CNN анализирует их как трёхмерные массивы пикселей (H×W×D), где D=3 для RGB-изображений (красный, зелёный, синий каналы). Модель автоматически извлекает признаки и относит изображения к заданным категориям.

Модель разработана для распознавания рукописного английского текста с использованием архитектуры CNN, включает сверточные (convolutional), объединяющие (pooling), исключающие (dropout), сглаживающие (flatten) и полносвязаные (fully connected) слои для эффективного извлечения признаков и точного распознавании [2]. Входное изображение для обучения модели – это изображение в градации серого размером 28*28 пикселей и входное изображение для распознавания является изображением в формате PNG/JPG. Сверточные слои с 64 и 32 ядрами размером 3*3 используются вместе с функцией активации ReLU и регуляризацией L2, чтобы уменьшить переобучение модели. Кроме того, два слоя MaxPooling (2x2) помогают снизить размерность признаков, а Dropout применяется в процессе обучения модели для предотвращения переобучения. После выравнивания данных с помощью Flatten модель использует Batch Normalization для стабилизации процесса обучения. Наконец, это два полносвязанных слоя с 256 и 64 нейронами и выходной слой из 26 нейронов (с использованием функции активации Softmax).

Модель обучается с использованием функции потерь sparse_categorical_crossentropy и оптимизатора SGD с learning_rate и momentum для оптимальной сходимости. Эксперименты с гиперпараметрами показали, что наилучшие результаты достигаются при сочетании регуляризации L2, Dropout и Batch Normalization и optimizer. Дополнительно для повышения обобщающей способности модели применяется метод data augmentation с вертикальным отражением изображений, что улучшает адаптацию к вариациям данных.

Модель использует набор данных A_Z Handwritten Alphabets с Kaggle, содержащий 372 450 образцов рукописных букв английского алфавита (A-Z) в формате 28*28 пикселей в градациях серого. Датасет, представлен в виде CSV-файла, является расширенной версией EMNIST и специально разработан для задач распознавания рукописного текста. Каждое изображение в наборе соответствует одному из 26 классов - буквам английского алфавита от A до Z.

При разработке алгоритма были предприняты этапы предварительной обработки изображений. К этапам относятся преобразование изображения в градации серого, бинаризация изображения, размытие изображения и утонение слова. На рис. 1, 2, 3, 4 показаны этапы работы.

Рис. 1. Входное изображение

Рис. 2. Изображение в градации серого

Рис. 3. Бинаризация изображения

Рис. 4. Утонение слова

Точность является основным метрикой для оценки эффективности модели. Этот показатель измеряет долю правильных предсказаний среди всех примеров в тестовом наборе данных. Более того, тестирование модели на данных, которые она не видела ранее, помогает гарантировать, что модель может обобщать результаты, избегая проблемы переобучения. Формула точности показана в формуле 1. На рис. 5 показана точность модели.

$$accuracy = \frac{количество\ правильных\ предсказаний}{общее\ количество\ примеров} \quad (1)$$

Рис. 5. Точность модели

Для повышения точности распознавания реализована система постобработки текста с автоматической коррекцией ошибок. Когда модель

CNN ошибается (особенно при работе с неразборчивым почерком или низкокачественными изображениями), встроенный модуль проверки орфографии на основе библиотеки Spellchecker анализирует результат и вносит корректировки, рис. 6.

```
Detected text:
 NATIONAT RESEARCH UNIVESITY
WOSCOM POMER ENGINEERINEE
Detected text (corrected):
 NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY
WISDOM POWER ENGINEERING
```

Рис. 6. Применение Spellchecker

Модель была протестирована со многими изображениями, содержащими различные предложения, результаты, распознанные моделью CNN, имеют высокую точность. Модель может правильно распознать большинство слов, пример распознавания показан на рис. 7.

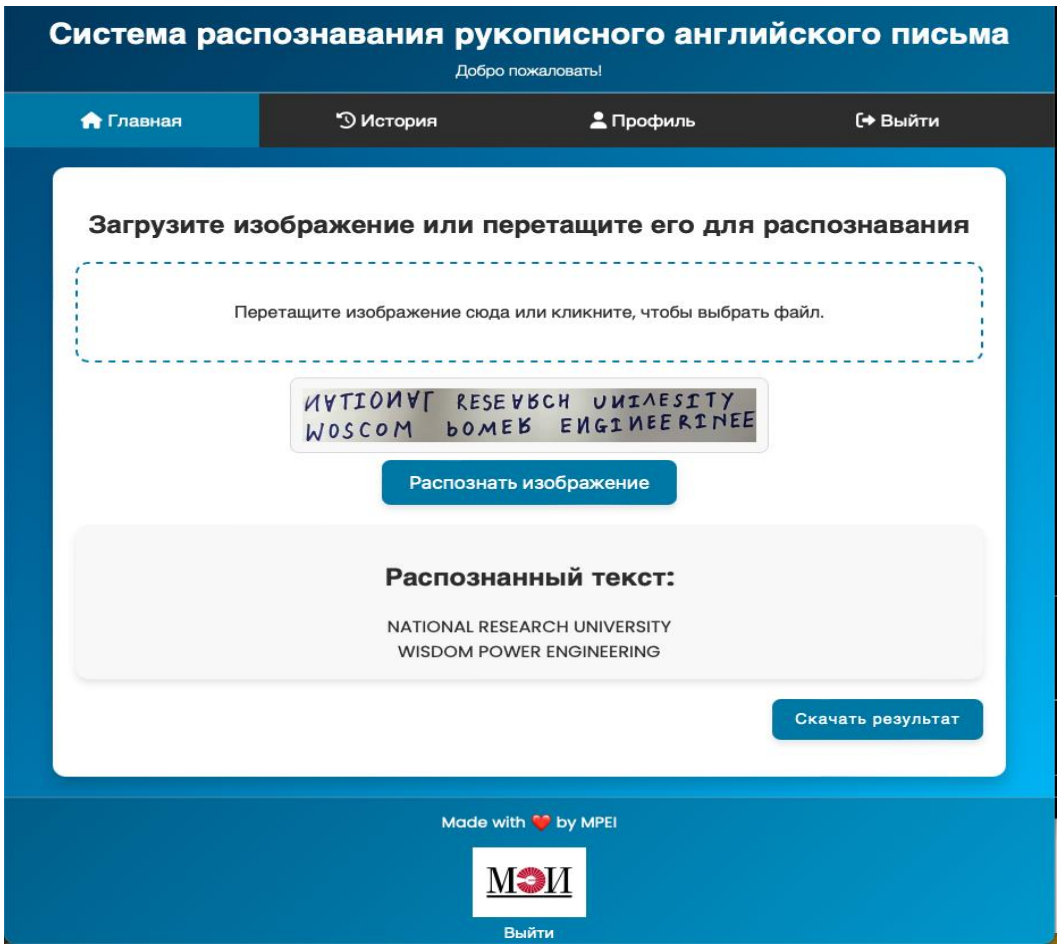


Рис. 7. Пример распознавания

Модель была протестирована на 30 изображениях, по результатам выявлено, что система дает высокую точность распознавания, но присутствуют

ошибки. На рис. 8 приведены результаты тестирования.

Рис. 8. Тестирование

После тестирования результаты показали, что модель достигла средней точности около 93%. Система иногда испытывает трудности с распознаванием определенных символов или слов в случаях, когда изображение нечеткое или почерк нестандартный. Это приводит к небольшим ошибкам в процессе распознавания. Для повышения точности системы, научное исследование предлагает провести дополнительное обучение для модели. Это может включать аугментацию данных, что позволит модели лучше адаптироваться к различным стилям почерка и улучшить её общую способность распознавать рукописные символы. Также, стоит обратить внимание на улучшение процесса предварительной обработки изображений, чтобы снизить влияние низкого качества изображений на результаты распознавания.

Источники

1. Структура сверточной нейронной сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://topdev.vn/blog/thuat-toan-cnn-convolutional-neural-network/(дата обращения: 17.03.25).

2. Convolutional neural network [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nttuan8.com/bai-6-convolutional-neural-network/ (дата обращения: 17.03.25).

УДК 004

МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Нестеров Кирилл Алексеевич
НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия.
issampdevil@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются методы и инструменты развертывания веб-приложений на отечественных операционных системах, таких как «Астра Линукс», «Ред ОС» и других. Описаны инструменты контейнеризации, оркестрации и стандартные методы развертывания. Анализируются преимущества и недостатки различных подходов, а также их адаптация под требования импортозамещения.

Ключевые слова: развертывание, веб-приложения, отечественные ОС, контейнеризация, оркестрация, DevOps.

METHODS AND TOOLS FOR DEPLOYING WEB APPLICATIONS ON DOMESTIC OPERATING SYSTEMS

Nesterov Kirill Alekseevich
NIU MEI, Moscow, Russia
issampdevil@gmail.com

Abstract. The article examines methods and tools for deploying web applications on domestic operating systems such as «Astra Linux», «Red OS» and others. The paper describes containerization tools, orchestration, and standard deployment methods. The advantages and disadvantages of different approaches, as well as their adaptation to import substitution requirements, are analyzed.

Keywords: deployment, web applications, domestic OS, containerization, orchestration, DevOps.

Современная разработка веб-приложений требует эффективных методов развертывания, обеспечивающих стабильность, отказоустойчивость и безопасность. В условиях импортозамещения всё большее внимание уделяется использованию отечественных операционных систем. Разработка и администрирование веб-приложений в такой среде требует адаптации существующих методов и инструментов. В данной статье рассматриваются ключевые подходы к развертыванию веб-приложений в среде отечественных ОС, а также анализируются их преимущества и недостатки.

Обзор отечественных операционных систем. Отечественные операционные системы разрабатываются с учетом специфики информационной безопасности и нормативных требований России. Среди наиболее популярных решений:

1. Астра Линукс – сертифицированная система, активно используемая в государственных учреждениях и корпоративном секторе [5];

2. Ред ОС – операционная система, совместимая с российским программным обеспечением, поддерживающая контейнеризацию [3];

3. Альт Линукс – дистрибутив с широкими возможностями для серверных и пользовательских задач [2];

4. Роса Линукс – еще одно российское решение, поддерживающее современные стандарты безопасности [1].

Эти системы требуют особого подхода к развертыванию приложений с учетом их архитектуры, поддержки контейнеров и доступности инструментов автоматизации.

Контейнеризация в отечественных ОС. Контейнеризация стала стандартом развертывания веб-приложений, позволяя создавать изолированные и управляемые среды. В отечественных ОС применяются следующие инструменты:

1. Docker – поддерживается в ряде дистрибутивов, хотя имеет определенные ограничения [4];

2. Podman –бездемонная альтернатива Docker, поддерживающая OCI-совместимые контейнеры [2];

3. LXC/LXD – контейнеризация на уровне системы, обеспечивающая высокую производительность [3];

4. Kubernetes – система оркестрации контейнеров, адаптированная для отечественных ОС [4].

Инструменты и практики развертывания. Развертывание веб-приложений требует комплексного подхода, включающего:

1. CI/CD платформы: GitLab CI, Jenkins и отечественные решения, такие как «Спутник CI» [3];

2. Менеджеры конфигураций: Ansible, SaltStack для автоматизации инфраструктуры [2];

3. Мониторинг и логирование: Zabbix, Prometheus, Grafana для отслеживания состояния развернутых приложений [4];

4. Решения для виртуализации: KVM, OpenVZ, используемые в дата-центрах на базе отечественных ОС [5].

Автоматизация развертывания и оркестрация позволяют сократить время на ввод веб-приложений в эксплуатацию, минимизировать риски и повысить отказоустойчивость инфраструктуры.

Анализ преимуществ и недостатков. Использование отечественных операционных систем в веб-разработке имеет ряд преимуществ и недостатков. Среди преимуществ можно выделить: высокий уровень безопасности и соответствие требованиям российского законодательства; поддержку локализованных решений для автоматизации развертывания и мониторинга; интеграцию с российским программным обеспечением и инфраструктурой.

Однако существуют и определенные недостатки: ограниченная совместимость с некоторыми зарубежными инструментами; необходимость адаптации к специфике отечественных дистрибутивов; ограниченный выбор готовых решений в сравнении с западными аналогами.

Перспективы развития развертывания веб-приложений в отечественных ОС. С развитием отечественных операционных систем совершенствуются и подходы к развертыванию веб-приложений. В ближайшие годы можно ожидать следующих тенденций:

1. Углубленная поддержка контейнерных технологий. Несмотря на наличие Docker и Podman, отечественные ОС постепенно развивают собственные механизмы контейнеризации, которые обеспечат большую совместимость и безопасность [5];

2. Развитие отечественных CI/CD платформ. Уже сейчас существуют российские решения, такие как «Спутник CI» [3], но в будущем ожидается появление новых инструментов, лучше интегрированных с российским софтом;

3. Интеграция с облачными платформами. Все больше отечественных облачных провайдеров адаптируют свои сервисы под российские ОС, что упрощает развертывание приложений в облачной среде [2];

4. Автоматизация и импортозамещение. Будет расширяться поддержка DevOps-инструментов, созданных в России, что уменьшит зависимость от зарубежных технологий [3].

Эти тенденции позволят сделать процесс развертывания более удобным, отказоустойчивым и независимым от зарубежных решений.

Использование отечественных операционных систем требует адаптации методов развертывания веб-приложений. Контейнеризация, автоматизация CI/CD и мониторинг обеспечивают гибкость и стабильность процессов. Дальнейшее развитие отечественных инструментов развертывания будет способствовать увеличению технологической независимости.

Источники

1. ГОСТ Р 7.0.100–2018. Библиографическая запись. Библиографическое. Общие требования и правила составления.

2. Дьяконов, В. П. Контейнеризация в Linux: Практическое руководство / В. П. Дьяконов. – Москва: ДМК Пресс, 2020. – 352 с.

3. Иванов, А. В. Современные подходы к DevOps и CI/CD / А. В. Иванов, П. С. Смирнов. – Текст: непосредственный // Журнал "Системное администрирование". – 2021. – № 6. – С. 45–57.

4. Linux Foundation. Kubernetes: The Ultimate Guide [Электронный ресурс]. https://kubernetes.io/docs/home/ (дата обращения: 09.03.2025).

5. Astra Linux. Документация по контейнеризации [Электронный ресурс]. https://astralinux.ru/container-docs/ (дата обращения: 09.03.2025).

УДК 004.896:624.04

ГЕНЕРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ ПО ТЕКСТОВОМУ ОПИСАНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ CHATGPT)

Нигъматянов Анвар Алмазович
ФГБОУ ВО «КГАСУ», г. Казань, Россия
anvar_nigmatyanov@mail.ru

Аннотация. В работе исследуются возможности использования больших языковых моделей (LLM), таких как ChatGPT, для автоматической генерации цифровых моделей зданий на основе текстового описания (Text-to-BIM). Подчёркивается значимость многоагентных архитектур при построении BIM-моделей и обеспечении их соответствия строительным нормам. Представлены основные этапы обработки текста, генерации кода, формирования моделей и их верификации.

Ключевые слова: Text-to-BIM, ChatGPT, BIM, LLM, многоагентные системы, цифровое моделирование.

BUILDING DIGITAL MODELS GENERATION FROM TEXTUAL DESCRIPTIONS USING LARGE LANGUAGE MODELS (CASE STUDY: CHATGPT)

Nigmatyanov Anvar Almazovich
KSUAE, Kazan, Russia
anvar_nigmatyanov@mail.ru

Abstract. This paper explores the potential of large language models (LLMs), such as ChatGPT, for the automated generation of digital building models based on textual descriptions (Text-to-BIM). The importance of multi-agent architectures in constructing BIM models and ensuring compliance with building codes is emphasized. The main stages of text interpretation, code generation, model formation, and verification are outlined.

Keywords: Text-to-BIM, ChatGPT, BIM, LLM, multi-agent systems, digital modeling.

Современные архитектурно-строительные практики всё активнее используют технологии информационного моделирования зданий (BIM). Несмотря на широкие возможности программных платформ, процесс генерации BIM-моделей по-прежнему остаётся трудоёмким и требует квалифицированного персонала.

Цель данной статьи – изучить возможности, механизмы и ограничения технологии Text-to-BIM на примере практического применения ChatGPT, а также обозначить ограничения и условия успешного внедрения в российскую практику.

Методы исследования.

Работа основывается на анализе многоагентной архитектуры, представленной в исследовании Du et al. [1], а также на обзоре актуальных реализаций технологии Text-to-BIM с использованием ChatGPT и других LLM-

инструментов. Рассмотрены зарубежные и российские примеры применения, включая платформы с открытым API, облачные решения и пользовательские сценарии генерации моделей.

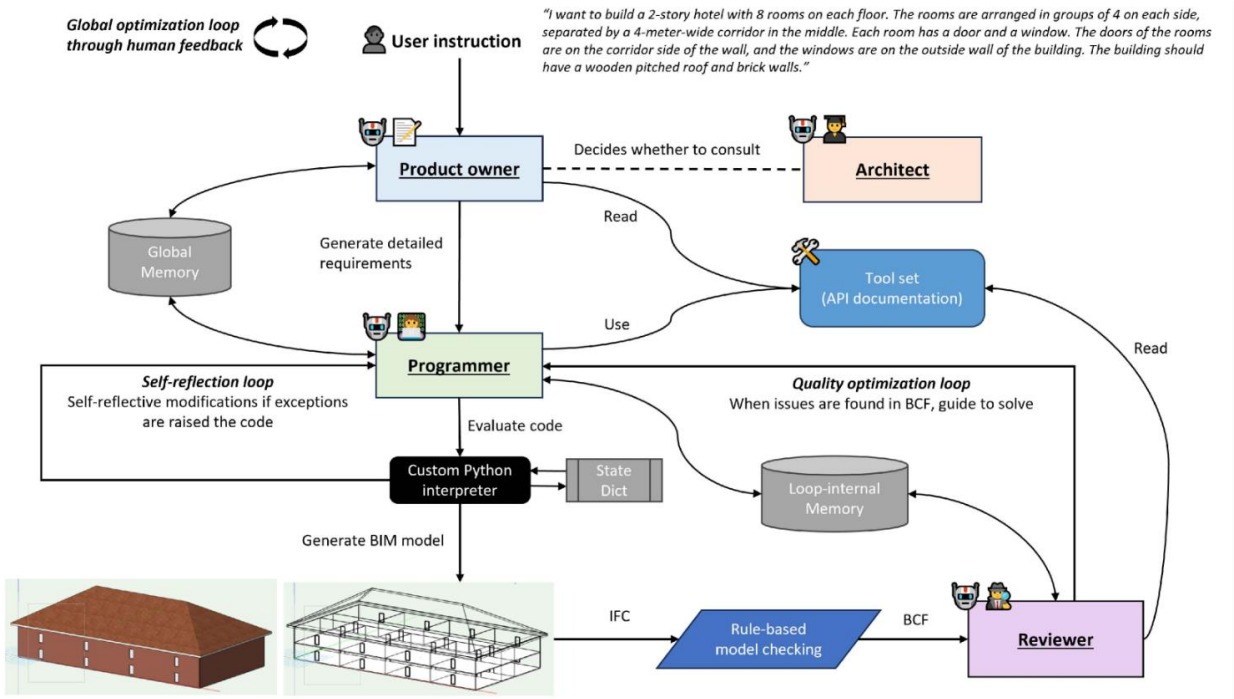


Рис 2. Архитектура многоагентной системы генерации BIM-моделей на основе LLM(по Du et al.)

Этапы генерации модели.

1. Интерпретация описания.

Входной текст (*например: «трёхэтажное здание из кирпича с плоской кровлей»*) обрабатывается агентом анализа. Выделяются конструктивные параметры: этажность, материал стен, тип кровли, геометрия помещений.

2. Генерация кода.

ChatGPT с использованием промптов формирует скрипт для визуального программирования в Dynamo. Структура кода включает размещение уровней, стен, перекрытий и базовых объектов.

3. Формирование и проверка модели.

Сценарий, сгенерированный моделью, выполняется в среде Revit, после чего формируется цифровая BIM-модель с заданными параметрами. Далее она экспортируется в формат IFC и проходит проверку с помощью специализированных средств верификации. При необходимости модель может быть откорректирована повторной генерацией.

Практические примеры применения технологии.

Зарубежный опыт.

Система Text2BIM [1], предложенная Du и др., представляет собой комплексную многоагентную архитектуру, основанную на взаимодействии LLM-агентов. Она реализована на базе платформы Vectorworks и способна поэтапно формировать цифровые модели зданий, интерпретируя текстовое

описание, генерируя код, строя модель и производя её верификацию. В структуру входят отдельные агенты: для анализа текста, генерации программных сценариев, построения модели и последующей верификации с учётом строительных правил. Text2BIM продемонстрировала высокую точность и гибкость при работе с моделями различной сложности.

Одним из заметных решений в этой области является платформа Hypar – облачная среда генеративного проектирования, разработанная Энтони Хауком и Иэном Кио. Hypar позволяет пользователям вводить текстовые запросы, на основе которых автоматически формируются трехмерные BIM-модели с заданными параметрами. Платформа использует открытые форматы (включая IFC) и предоставляет инструменты настройки логики генерации. В отличие от традиционных BIM-платформ, Hypar предлагает более гибкую и параметрическую архитектуру, ориентированную на масштабируемость и автоматизацию проектных решений [2].

Российский опыт.

В России технология Text-to-BIM пока находится на стадии становления, однако уже появляются первые наработки. Среди профессионального BIM-сообщества известен проект Revit Wizard – персонализированный бот на базе ChatGPT, интегрируемый в среду Autodesk Revit [3]. Также отдельные разработчики исследуют применение нейросетей для генерации моделей по чертежам и эскизам, включая автоматическое преобразование планов этажей в трёхмерную геометрию с параметрическими объектами [4].

Несмотря на это, широкомасштабного внедрения пока не происходит из-за отсутствия адаптации LLM к российским нормативам (СП, ГОСТ) и дефицита отечественных BIM-агентов. Тем не менее, интерес профессионального сообщества и появление первых кейсов указывают на растущий потенциал данной технологии в отечественной практике. Появление специализированных русскоязычных решений и участие ведущих вузов в исследованиях в этой области могут ускорить интеграцию Text-to-BIM в профессиональную среду.

Ограничения технологии Text-to-BIM и пути их решения.

Несмотря на высокий потенциал, технологии Text-to-BIM, основанные на больших языковых моделях, пока далеки от универсального и безошибочного инструмента. Практика показывает, что генерация моделей по текстовому описанию не может быть полностью автоматической и требует комплексного подхода. Ниже приведены ключевые ограничения, выявленные как в зарубежных, так и в российских экспериментах.

1. Ошибки и неточности.

Модель может допускать неточности при интерпретации сложных конструктивных решений или специализированной строительной терминологии. Это приводит к генерации некорректных элементов или нарушению логики построения модели. Устранение подобных ошибок требует

обучения модели на специализированных отраслевых текстах, включая строительные нормативы и техническую документацию.

2. Ограниченный контекст и детализация.

ChatGPT имеет ограниченный объём контекста, что затрудняет обработку сложных или многоэтапных проектных заданий. Это проявляется в потере связей между элементами, дублировании компонентов или игнорировании части входных данных. Одним из возможных решений может стать пошаговая генерация фрагментов модели с последующим объединением в единую структуру.

3. Необходимость ручной проверки и контроля.

На текущем этапе развития применение ChatGPT в проектировании невозможно без участия специалиста. Даже при корректной генерации геометрии требуется экспертная верификация всех параметров модели на соответствие нормам и требованиям заказчика.

Таким образом, несмотря на очевидные успехи, текущие ограничения технологии требуют осознанного подхода к её применению. Text-to-BIM сегодня – это инструмент с высоким потенциалом, но нуждающийся в инженерном сопровождении и методологической адаптации под профессиональные задачи.

Использование ChatGPT для реализации технологии Text-to-BIM демонстрирует высокие перспективы в автоматизации проектирования зданий и ускорении рутинных операций при создании цифровых моделей. Реализованные эксперименты подтверждают, что данная технология способна существенно снизить трудоёмкость и сроки проектирования.

Однако для успешного применения на практике необходимо учитывать ограничения текущих моделей и интегрировать их с дополнительными проверочными механизмами и специализированными отраслевыми базами данных. Дальнейшее развитие данной технологии позволит значительно повысить степень автоматизации BIM-процессов в строительстве и снизить количество ошибок, связанных с человеческим фактором.

Источники

1. Du C., Esser S., Nousias S., Borrmann A. Text2BIM: Generating Building Models Using a Large Language Model-based Multi-Agent Framework // arXiv preprint. 2024. [Электронный ресурс]. URL:https://arxiv.org/html/2408.08054v1 (дата обращения: 01.04.2025).

2. Hypar: Text-to-BIM and beyond // AEC Magazine. [Электронный ресурс]. URL: https://aecmag.com/features/hypar-text-to-bim-and-beyond (дата обращения: 01.04.2025).

3. Персональный ChatGPT для Revit – Revit Wizard // Pro-TIM. [Электронный ресурс]. URL: https://pro-tim.ru/blog/personalnyy-chatgpt-dlya-revit (дата обращения: 01.04.2025).

4. Нейросети и ИИ в BIM: обзор решений и трендов // VC.ru [Электронный ресурс]. URL: https://vc.ru/ai/1822494-neiroseti-i-ii-v-bim (дата обращения: 01.04.25).

УДК 004.94

АНАЛИЗ МЕТОДОВ АУГМЕНТАЦИИ ДАННЫХ ПУПИЛЛОГРАФИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ УТОМЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Никоноров Данила Петрович, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
nikonorov_work@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача анализа и выбора методов аугментации данных пупиллографии для определения состояния утомления человека. Рассмотрен пример пупиллограммы, отражающей динамику зрачковых реакций человека на внешние раздражители. На основе анализа различных типов методов аугментации временных рядов выделены такие методы аугментации, как дрожание, дрейф, искажение времени и усреднение значений. Представлены описания указанных методов. Рассмотренные методы выбраны экспериментально, исходя из структурных особенностей пупиллограмм и необходимости сохранения этих особенностей при аугментации. Выбранные методы будут использованы для аугментации данных пупиллографии и построения нейросетевых сверточных моделей.

Ключевые слова: аугментация данных, временной ряд, пупиллограмма, пупиллография, состояние утомления человека, сверточная нейронная сеть.

ANALYSIS OF PUPILOGRAPHY DATA AUGMENTATION METHODS TO DETERMINE THE STATE OF HUMAN FATIGUE

Nikonorov Danila Petrovich, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
nikonorov_work@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Abstract. The problem of analysis and selection of methods for augmentation of pupillography data for determining the state of human fatigue is considered. An example of a pupillogram reflecting the dynamics of human pupillary reactions to external stimuli is considered. Based on the analysis of various types of time series augmentation methods, such augmentation methods as jitter, drift, time distortion and averaging of values are identified. Descriptions of these methods are presented. The considered methods were selected experimentally, based on the structural features of pupillograms and the need to preserve these features during augmentation. The selected methods will be used to augment pupillography data and build neural network convolutional models.

Keywords: data augmentation, time series, pupillogram, pupillography, human fatigue state, convolutional neural network.

Функциональное состояние утомления человека является критически важным фактором, влияющим на его работоспособность в различных сферах деятельности, таких как управление транспортными средствами, промышленное производство, медицинская диагностика и др. Одним из эффективных методов определения состояния утомления является анализ динамики зрачковой реакции человека на изменение освещенности (пупиллография).

Для эффективного анализа данных пупиллографии и определения функционального состояния утомления человека целесообразно использовать современные методы искусственного интеллекта [1-3], в частности нейронные сети [4-7], нечеткие нейронные сети [8-10] и сверточные нейронные сети [11-13]. При этом сверточные нейросетевые модели целесообразно использовать для анализа графических изображений пупиллограмм [14].

Сбор и обработка пупиллограмм сопряжены с рядом трудностей, таких как необходимость использования специального технического оборудования и высокая вариативность индивидуальных зрачковых реакций человека, что приводит к получению ограниченного набора данных. Для повышения эффективности обучения сверточных нейросетевых моделей необходимо использовать методы аугментации данных пупиллографии [15].

Аугментация данных [16] – это набор методов, используемых для искусственного увеличения объема и разнообразия данных путем создания новых примеров на основе существующих. Такой подход позволяет избавиться от проблемы переобучения нейросетевых моделей [17], а также повышает их устойчивость к ошибкам и вариациям в реальных условиях эксплуатации. Следовательно, задача аугментации данных пупиллографии является актуальной для определения состояния утомления человека.

Пупиллограмма [18] – это графическая запись изменений диаметра зрачка во времени (см. рис. 1). Она отражает динамику зрачковых реакций, таких как сужение или расширение, в ответ на различные стимулирующие раздражители.

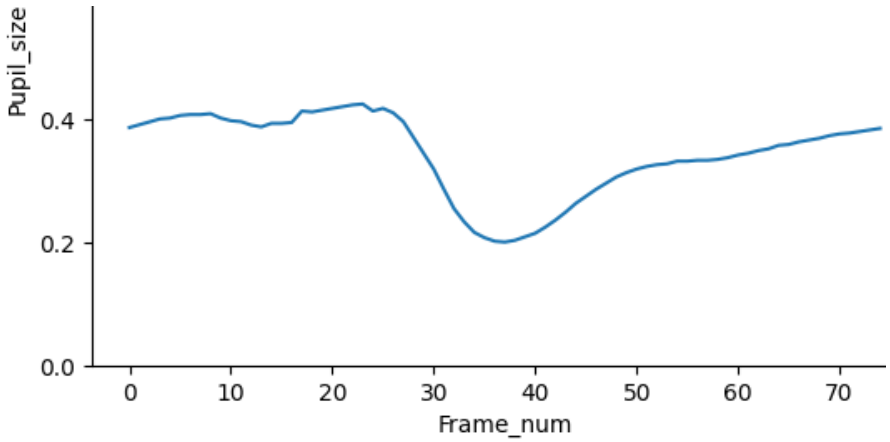


Рис. 1. Пример пупиллограммы

Данная пупиллограмма представлена в графическом виде, однако ее также можно представить в виде временного ряда, включающего в себя значения диаметров зрачка человека в последовательные моменты времени. Такое представление пупиллограммы позволяет применить к ней методы аугментации, предназначенные для временных рядов.

Существуют различные типы методов аугментации данных временных рядов, такие как временная аугментация, амплитудная аугментация, частотная аугментация, генеративная аугментация, статистическая аугментация, аугментация на основе моделирования и аугментация с использованием машинного обучения. Каждый из указанных типов включает в себя различные методы аугментации, используемые для определенных данных. Следовательно, необходимо правильно выбирать методы аугментации временных рядов, чтобы не допустить генерации нереалистичных данных.

Анализ предметной области позволил выделить следующие методы для аугментации данных пупиллографии [19]: дрожание (jittering), дрейф (drift), искажение времени (time wrap) и усреднение значений (pooling).

Метод дрожания относится к типу амплитудных методов аугментации временных рядов. Данный метод предполагает внесение Гауссовского шума во временной ряд путем изменения его значений на определенный случайный коэффициент. Математически данный метод реализуется следующим образом:

$$x'(\epsilon) = \{x_1 + \varepsilon_1, \cdots, x_t + \varepsilon_t, \cdots, x_T + \varepsilon_T\}, \quad (1)$$

где ε относится к добавлению шума на каждом шаге сигнала.

Дрейф относится к методам временной аугментации и позволяет изменять временной ряд путем добавления линейного тренда (дрейфа) к временному ряду. Этот метод полезен для моделирования ситуаций, когда данные постепенно увеличиваются или уменьшаются со временем, что может быть важно для создания более разнообразных и реалистичных данных. Математически данный метод реализуется следующим образом:

$$x_{drift}(t) = x(t) + k * t \quad (2)$$

Метод временного искажения относится к временному типу аугментации данных. Основной идеей данного метода является изменение временной оси данных путем «растягивания» или «сжатия» временного ряда в определенных участках, что позволяет создавать новые варианты данных, сохраняющие общие характеристику и структуру временного ряда.

Усреднение значений – это метод, относящийся к типу амплитудных методов аугментации. Он позволяет создавать новые значения пупиллограммы путем ее разделения на множество сегментов и определения значений точек данных внутри каждого сегмента путем расчета среднего арифметического от значений соседних точек в сегменте.

Рассмотренные методы выбраны экспериментальным путем, исходя из структурных особенностей пупиллограмм (наличие участка латентного времени реакции, участков сужения и расширения зрачка и др.) и необходимости сохранения этих особенностей при аугментации. Для определения функционального состояния утомления человека с помощью сверточной нейросетевой модели важна структура графика временного ряда. По этой причине выбраны именно такие методы, которые позволяют сохранять структуру временного ряда (пупиллограммы), а методы, изменяющие тренд графика временного ряда, исключены.

В дальнейшем выбранные методы будут использованы для аугментации данных пупиллографии и построения на их основе нейросетевых сверточных моделей [20, 21], пригодных для эффективного определения функционального состояния утомления человека в различных предметных областях.

Источники

1. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Искусственный интеллект в камерах смартфонов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 1 (15). С. 82-84.
2. Подольская М.А., Катасёв А.С. Применение систем искусственного интеллекта для диагностического процесса в вертеброневрологии // Казанский медицинский журнал. 2007. Т. 88. № 4. С. 346-351.
3. Катасёв А.С., Подольская М.А. Новая информационная технология: искусственный интеллект в обработке медицинских данных // Неврологический вестник. 2006. Т. 38. № 3-4. С. 85-90.
4. Смирнов Ю.Н., Каляшина А.В. Использование нейросетевых методов в задаче повышения разрешения Super Resolution // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 10. С. 55-57.
5. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс определения функционального состояния человека // Автоматизация процессов управления. 2017. № 3 (49). С. 88-95.
6. Pimenov V.I., Pimenov I.V. Interpretation of a trained neural network based on genetic algorithms // Information and Control Systems. 2020. No. 6. P. 12-20.
7. Смирнов Ю.Н., Абдуллин А.И., Каляшина А.В. Нейронные сети для анализа биомедицинских изображений // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 106-109.
8. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.

9. Катасёва Д.В., Баринов А.И. Нейронечеткая модель определения фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 69-72.

10. Катасёва Д.В., Лосева Д.Д. Нейронечеткая модель оценки вредоносности сетевого трафика в Android-приложениях // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 77-80.

11. Пырнова О.А., Кузнецов М.Г., Никоноров Д.П. Использование сверточной нейронной сети для выявления заболеваний растений // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 369-372.

12. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Кунафина Л.Н. Сверточная нейросетевая модель сортировки бытовых отходов // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 101-105.

13. Минниханов Р.Н., Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Скибин В. Нейросетевые сверточные модели обнаружения и распознавания сигналов светофора // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 11. С. 199-205.

14. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Схема бесконтактной идентификации лиц, находящихся в состоянии опьянения // Информация и безопасность. 2015. Т. 18. № 3. С. 360-365.

15. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Аугментация данных и построение нейросетевых моделей распознавания рукописных символов в системах биометрической аутентификации // Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 3. С. 366-371.

16. Неваленная Ю.В. Аугментация данных для задачи сегментации колеи // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 8. С. 39-41.

17. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Методы и проблемы переобучения многослойной нейронной сети // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 2 (20). С. 101-102.

18. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Шлеймович М.П. К вопросу о бесконтактном определении физиологического состояния человека // Вестник НЦБЖД. 2015. № 1 (23). С. 13-21.

19. Матвеева А.А., Махныткина О.В. Метод аугментации текстовых данных с сохранением стиля речи и лексики персоны // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2023. Т. 23. № 4. С. 743-749.

20. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.

21. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.

УДК 004.8

АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ИИ

Никулин Авксентий Сергеевич, Кудрявцева Юлия Александровна, Галушко Иван Витальевич
ФГК ВОУ ВО «ВАС» г. Санкт-Петербург, Россия
nikulin.avxentii@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты функционирования автономных систем, построенных на базе искусственного интеллекта. Представлены основные концепции, классификация и характеристики интеллектуальных систем с автономным поведением. Особое внимание уделяется современным технологическим решениям в области аппаратного обеспечения, нормативно-техническому регулированию и требованиям безопасности. Обсуждаются перспективы развития автономных интеллектуальных систем в различных областях применения, включая транспорт и сельское хозяйство.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автономные интеллектуальные системы, адаптивность, этика ИИ, нормативно-техническое регулирование.

AI BASED AUTONOMOUS SYSTEMS

Nikulin Avksentii Sergeevich, Kudryavtseva Julia Alexandrovna, Golushko Ivan Vitalievich
FGK HEU VO «VAS», St. Petersburg, Russia
nikulin.avxentii@gmail.com

Abstract. The article examines key aspects of the functioning of autonomous systems built on the basis of artificial intelligence. The main concepts, classification and characteristics of intelligent systems with autonomous behavior are presented. Particular attention is paid to modern technological solutions in the field of hardware, regulatory and technical regulation and safety requirements. The prospects for the development of autonomous intelligent systems in various fields of application, including transport and agriculture, are discussed.

Keywords: artificial intelligence, autonomous intelligent systems, adaptability, AI ethics, normative and technical regulation.

Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) привело к появлению нового класса систем – автономных интеллектуальных систем, способных функционировать в условиях неопределенности, принимать самостоятельные решения и адаптироваться к изменяющимся условиям среды без прямого управления человеком. Сегодня такие системы активно проникают во все сферы

жизни – от высокопроизводительных вычислений и систем связи 5G/6G до автономных транспортных средств и приложений Интернета вещей [1].

Автономные системы на основе ИИ представляют собой сложные компьютерные модели, обладающие интеллектуальными возможностями для целенаправленного поиска, анализа и синтеза информации об окружающей действительности, что позволяет им самостоятельно решать различные задачи без прямого участия человека. Исследования в этой области направлены на разработку методов решения задач, для которых отсутствуют формальные алгоритмы, включая понимание естественного языка, обучение, распознавание сложных образов и принятие решений в неопределенных условиях [2].

Система искусственного интеллекта (СИИ) определяется как компьютерная модель интеллектуальных возможностей человека, способная к целенаправленному поиску, анализу и синтезу информации об окружающей действительности для получения новых знаний и решения на этой основе различных задач [2]. Автономность таких систем заключается в их способности функционировать без постоянного контроля и управления со стороны человека, самостоятельно принимая решения на основе анализа доступной информации.

Ключевая особенность автономных систем на основе ИИ — это их способность адаптироваться к изменяющимся условиям среды и обучаться на основе накопленного опыта. В отличие от традиционных алгоритмических систем, автономные интеллектуальные системы могут функционировать в условиях неполной или неопределенной информации, формируя оригинальные алгоритмы решения в зависимости от конкретной ситуации [2].

Для интеллектуальных информационных систем, включая автономные, характерны следующие признаки:

• Развитые коммуникативные способности, обеспечивающие эффективное взаимодействие с пользователями и другими системами;

• Умение решать сложные плохо формализуемые задачи, требующие построения оригинального алгоритма решения в зависимости от конкретной ситуации;

• Способность к самообучению, позволяющая автоматически извлекать знания для решения задач из накопленного опыта;

• Адаптивность, обеспечивающая развитие системы в соответствии с объективными изменениями модели проблемной области [2].

В зависимости от целевого назначения и функциональных возможностей, автономные интеллектуальные системы могут быть классифицированы на системы с интеллектуальным интерфейсом (обладающие развитыми коммуникативными способностями) и экспертные системы (предназначенные для решения сложных задач в конкретных предметных областях) [2].

Развитие автономных систем на основе ИИ тесно связано с совершенствованием технологий корпусирования и аппаратного обеспечения. Одним из перспективных направлений является создание чиплетов с использованием мостовых межсоединений, что позволяет существенно снизить стоимость и размеры систем на базе интеллектуальных платформ [1].

Современные автономные системы требуют высокопроизводительных вычислительных мощностей для обработки больших объемов данных в реальном времени. Технологии чиплетов позволяют интегрировать различные функциональные блоки (процессоры, память, нейронные ускорители) в единую систему с оптимизированной архитектурой, что критически важно для автономных транспортных средств, систем управления в промышленности и других приложений с требованиями реального времени [1].

Функциональная корректность и предсказуемость поведения автономных систем с ИИ в реальных условиях эксплуатации обеспечивается комплексом алгоритмических решений и программных средств. Особое значение имеет обеспечение надежности при дообучении систем в процессе эксплуатации и при автоматизации процессов обработки информации, ранее выполнявшихся с использованием естественного интеллекта человека [3].

Важным аспектом является доступ разработчиков к качественным обучающим наборам данных, включая методы гарантированной «деклассификации» наборов данных с сохранением возможности их использования для создания СИИ, что обеспечивает баланс между защитой конфиденциальной информации и развитием технологий автономных систем [3].

Разработка и внедрение автономных интеллектуальных систем требует создания комплексной нормативной базы, обеспечивающей безопасность и эффективность их применения. Ключевыми аспектами регулирования являются:

1. Обеспечение гарантий функциональной корректности и предсказуемости поведения автономных систем в реальных условиях эксплуатации;

2. Разработка методов и средств оценки и подтверждения безопасности систем как для непосредственных пользователей, так и для третьих лиц [3].

Важным шагом в развитии нормативной базы для автономных интеллектуальных систем стало утверждение в России стандартов в этой области. В частности, в марте 2022 года Росстандарт утвердил ГОСТ для систем с ИИ, используемых в сельском хозяйстве, который вводит в законодательство понятия автономных систем управления, регламентирует их характеристики и требования к эксплуатации [4].

Такие стандарты играют ключевую роль в обеспечении совместимости, безопасности и эффективности автономных интеллектуальных систем, задавая

общие технические требования и методы испытаний. Это способствует формированию единого подхода к разработке и внедрению автономных систем на основе ИИ в различных отраслях экономики [4].

Автономные системы на основе искусственного интеллекта представляют собой перспективное направление развития технологий, способное революционизировать многие сферы человеческой деятельности. Современные достижения в области аппаратного и программного обеспечения, включая технологии чиплетов и алгоритмы машинного обучения, создают техническую базу для реализации все более сложных и функциональных автономных систем.

Одновременно с этим формируется нормативно-правовая база, регламентирующая требования к безопасности, функциональности и этическим аспектам применения автономных интеллектуальных систем. Развитие стандартизации в этой области способствует упорядочиванию рынка и созданию единых подходов к разработке и внедрению таких систем.

Дальнейшее развитие автономных систем на основе ИИ будет связано с совершенствованием методов их обучения, повышением уровня самостоятельности в принятии решений и расширением области применения. При этом ключевым фактором успешного внедрения автономных интеллектуальных систем останется баланс между их функциональностью, безопасностью и соответствием этическим нормам и ожиданиям общества.

Источники

1. Суханов, Д.Я. Последние достижения при создании чиплетов с использованием мостовых межсоединений // Electronics: Science, Technology, Business. 2024.

2. Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект: монография. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. – 250 с.

3. Гарбук С.В. Особенности нормативно-технического регулирования в области искусственного интеллекта // Системы безопасности. 2023. №5/2023.

4. Росстандарт утвердил ГОСТ для систем с ИИ, используемых в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. https://tass.ru/ekonomika/14041193 (дата обращения 11.03.2022).

004.89:658.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АДАПТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В МНОГОЯЗЫЧНЫХ ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Новиков Александр Викторович, Петросян Лусинэ Эдуардовна
ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Москва, Россия
alexandr.novikov.2404@gmail.com, L.petrosyan@mgutm.ru

Аннотация. В статье исследуется применение искусственного интеллекта для адаптивной обработки естественного языка в многоязычных цифровых экосистемах. Рассматриваются теоретические основы современных моделей, методология их разработки, а также практическое использование для перевода, анализа текстов и персонализации контента в глобальных платформах. Особое внимание уделено преимуществам, вызовам и перспективам технологии в условиях многоязычия.

Ключевые слова: искусственный интеллект, обработка естественного языка, многоязычие, цифровые экосистемы, адаптация

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ADAPTIVE NATURAL LANGUAGE PROCESSING IN MULTILINGUAL DIGITAL ECOSYSTEMS

Novikov Aleksandr Viktorovich, Petrosyan Lusine Eduardovna
Moscow State University of Technology and Management, Moscow, Russia
alexandr.novikov.2404@gmail.com, L.petrosyan@mgutm.ru

Abstract. This article examines the application of artificial intelligence for adaptive natural language processing in multilingual digital ecosystems. It explores the theoretical foundations of modern models, their development methodology, and practical applications in translation, text analysis, and content personalization across global platforms. Special focus is given to the advantages, challenges, and future prospects of the technology in multilingual contexts.

Keywords: artificial intelligence, natural language processing, multilingualism, digital ecosystems, adaptation

С развитием глобальных цифровых платформ, таких как социальные сети (X, Facebook), системы электронной коммерции (Amazon, Alibaba) и мессенджеры (WhatsApp), объем текстов на разных языках стремительно растет. Пользователи из разных стран ожидают мгновенного перевода сообщений, анализа настроений и персонализированного контента, что делает обработку естественного языка (NLP) ключевой задачей искусственного интеллекта (ИИ) [1]. Современные системы должны быть адаптивными, чтобы учитывать языковые

и культурные особенности в реальном времени, обеспечивая бесшовное взаимодействие в многоязычных экосистемах [2].

Цель статьи – исследовать, как ИИ может обеспечить адаптивную обработку естественного языка в таких средах. Мы рассмотрим теоретические основы современных NLP-моделей, методологию их создания, практические примеры применения в глобальных платформах, а также обозначим текущие вызовы и перспективы развития технологии в условиях глобализации [3].

Теоретические основы.

Обработка естественного языка – это область ИИ, направленная на анализ, понимание и генерацию человеческого языка машинами [1]. В многоязычных экосистемах важную роль играют трансформерные модели, такие как BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) и GPT (Generative Pre-trained Transformer), которые используют архитектуру «внимания» для анализа контекста [4]. Эти модели обучаются на огромных корпусах текстов, что позволяет им понимать семантику и синтаксис разных языков, от английского до арабского или хинди [5].

Адаптивность достигается через дообучение (fine-tuning) на специфических языках или доменах. Например, модель может быть настроена на обработку технических текстов или разговорного сленга. Механизм внимания позволяет учитывать длинные зависимости между словами, что особенно полезно для языков с нелинейной структурой, таких как японский или русский [6]. Преимущества включают высокую точность и способность к кросс-лингвистическому обобщению, хотя для языков с малым количеством данных (низкоресурсных) требуется дополнительная адаптация [2]. Теоретически, такие модели могут также интегрировать культурные контексты, улучшая качество взаимодействия [7].

Методология разработки.

Создание адаптивных NLP-моделей для многоязычных экосистем включает несколько этапов:

1. Сбор данных: Формируются многоязычные корпуса текстов из открытых источников (Wikipedia, соцсети) и платформ (отзывы Amazon, твиты X). Это может включать миллиарды слов на десятках языков [8].

2. Предобучение моделей: Базовые модели, такие как BERT или XLM-R, обучаются на больших наборах данных для понимания общих языковых закономерностей. Этот процесс требует значительных вычислительных ресурсов [4].

3. Дообучение и адаптация: Модель настраивается на целевые языки или домены (например, e-commerce, медицина) с использованием меньших, специализированных наборов данных [5].

4. Оценка качества: Проверяется точность перевода (метрика BLEU), анализа настроений (F1-score) и генерации текста на разных языках [7].

5. Обновление: Модель регулярно дообучается на новых данных, чтобы учитывать изменения в языке, такие как новые слова или тренды [6].

Для реализации используются фреймворки TensorFlow и PyTorch, а также облачные платформы (Google Cloud, AWS) для обработки больших объемов текстов. Инструменты вроде Hugging Face Transformers упрощают доступ к предобученным моделям [9].

Практические применения.

Адаптивные NLP-модели находят применение в многоязычных экосистемах:

1. Автоматический перевод: Google Translate использует трансформеры для перевода текстов в реальном времени, поддерживая более 100 языков с учетом контекста [2].

2. Анализ настроений: X (Twitter) применяет ИИ для анализа твитов на разных языках, определяя общественное мнение о брендах или событиях в глобальном масштабе [8].

3. Персонализация контента: Amazon адаптирует рекомендации, анализируя запросы и отзывы на разных языках, что повышает удовлетворенность пользователей [5].

Пример из практики: в 2022 году Meta внедрила модель SeamlessM4T для перевода постов и комментариев в Facebook и Instagram. Эта модель улучшила качество перевода на 20% для низкоресурсных языков, таких как суахили, благодаря адаптивному дообучению на пользовательских данных [3]. Это демонстрирует, как ИИ может преодолевать языковые барьеры в социальных платформах [10].

Вызовы и перспективы.

Применение адаптивных NLP-моделей сталкивается с рядом проблем:

- Недостаток данных: Для языков с малым количеством текстов (например, баскский, маори или языки коренных народов) сложно собрать достаточные корпуса для обучения, что приводит к снижению точности анализа и перевода [5]. Это особенно актуально для регионов с высокой языковой диверсификацией, где цифровые платформы стремятся охватить всех пользователей.
- Вычислительные ресурсы: Обучение трансформерных моделей требует мощных графических процессоров (GPU) или специализированных чипов (TPU), а также больших объемов электроэнергии, что делает технологию дорогостоящей и менее доступной для небольших компаний или стартапов [9].
- Культурные и контекстные нюансы: Модели могут неверно интерпретировать идиомы, сарказм или культурно-специфичные выражения, что приводит к ошибкам в переводе или анализе настроений. Например, фраза «kick the bucket» может быть переведена буквально, теряя смысл [6].
- Этичность и предвзятость: Модели, обученные на общедоступных данных, могут унаследовать социальные стереотипы или предубеждения,

присутствующие в текстах, что требует дополнительных фильтров и контроля качества [10].

- Скорость адаптации: Быстрое изменение языка (новые слова, сленг, тренды) затрудняет поддержание актуальности моделей без постоянного дообучения, что увеличивает эксплуатационные расходы [7].

Перспективы включают развитие моделей для низкоресурсных языков через transfer learning, интеграцию с голосовыми assistants для мультимодального общения и улучшение адаптации с помощью ИИ, учитывающего культурные особенности [7].

ИИ для адаптивной обработки естественного языка в многоязычных цифровых экосистемах обеспечивает точный перевод, анализ текстов и персонализацию, улучшая взаимодействие на глобальных платформах [1]. Примеры от Google, Meta и Amazon показывают их эффективность, несмотря на вызовы, такие как данные и ресурсы. С развитием технологий NLP обещает стать основой для бесшовной коммуникации в цифровом мире [2].

Источники

1. Jurafsky D., Martin J.H. Speech and Language Processing. – 3rd ed. – Prentice Hall, 2020.

2. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., et al. Attention is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2017. – Vol. 30. – P. 5998-6008.

3. Devlin J., Chang M.W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // arXiv preprint arXiv:1810.04805. – 2018.

4. Conneau A., Khandelwal K., Goyal N., et al. Unsupervised Cross-lingual Representation Learning at Scale // Proceedings of the 58th Annual Meeting of the ACL. – 2020. – P. 8440-8451.

5. Brown T.B., Mann B., Ryder N., et al. Language Models are Few-Shot Learners // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2020. – Vol. 33. – P. 1877-1901.

6. Radford A., Wu J., Child R., et al. Language Models are Unsupervised Multitask Learners // OpenAI Blog. – 2019.

7. Lample G., Conneau A. Cross-lingual Language Model Pretraining // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2019. – Vol. 32. – P. 7057-7067.

8. Liu Y., Ott M., Goyal N., et al. RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach // arXiv preprint arXiv:1907.11692. – 2019.

9. Wolf T., Debut L., Sanh V., et al. Hugging Face’s Transformers: State-of-the-art Natural Language Processing // arXiv preprint arXiv:1910.03771. – 2019.

10. Bender E.M., Gebru T., McMillan-Major A., Shmitchell S. On the Dangers of Stochastic Parrots // Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. – 2021. – P. 610-623.

УДК 004.42:338.2

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЕСПЕЧЕНИИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Нуриева Лейсан Ирековна, Уразбахтина Лилия Равилевна,
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
leysan_nurieva_19@mail.ru, strat.men@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные аспекты влияния искусственного интеллекта и машинного обучения на обеспечение кибербезопасности. По всему миру компании активно используют приложения на основе искусственного интеллекта для выявления подобных угроз. Искусственный интеллект позволяет оперативно реагировать на угрозы, анализировать большие данные и прогнозировать будущие атаки.

Ключевые слова: цифровая трансформация, искусственный интеллект, экономическая безопасность, производительность, инновации.

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CYBERSECURITY

Nurieva Leysan Irekovna, Urazbakhtina Liliya Ravilevna,
KSPEU, Kazan, Russia
leysan_nurieva_19@mail.ru, strat.men@yandex.ru

Abstract. The article examines the main aspects of the impact of artificial intelligence and machine learning on cybersecurity. The article examines the main aspects of the impact of artificial intelligence and machine learning on cybersecurity. Companies around the world are actively using AI-based applications to identify cyber threats. Artificial intelligence allows you to quickly respond to threats, analyze big data and predict future attacks.

Keywords: digital transformation, artificial intelligence, economic security, productivity, innovation.

Человечество сейчас находится на стадии перехода в постиндустриальное общество, одним из основных направлений которого является цифровизация. В настоящее время внедрение цифровых технологий в бизнес является одним из ключевых факторов успешного развития предпринимательской деятельности. Так, в России цифровая трансформация – одна из фундаментальных составляющих в рамках национальных целей до 2030 года. Оптимизация бизнес-процессов, осуществляемая благодаря внедрению цифровых технологий, способствует повышению конкурентоспособности и эффективности бизнеса [1].

Ввиду широкого распространения цифровых технологий и их активного внедрения в разные сферы появляются угрозы утечки данных, а также возможность их изменения и ликвидации. Кибербезопасность – это специализированные меры, которые связаны с защитой различных информационных систем от стороннего доступа. Кибербезопасность направлена на защиту данных и обеспечение конфиденциальности. Одним из направлений обеспечения кибербезопасности сегодня выступает искусственный интеллект, позволяющий не только обнаружить различного рода угрозы, но и ликвидировать их и оперативно на них реагировать. Благодаря алгоритмам, действующим на основе искусственного интеллекта, происходит чёткий анализ угроз, а также прогнозирование новых атак. Благодаря искусственному интеллекту также формируются уникальные системы, позволяющие им адаптироваться под возможные угрозы и автоматически находить нестандартные решения сложных информационных задач. Проблема искусственного интеллекта сегодня заключается в том, что он выступает не только в качестве защиты данных, но и для создания самих кибератак. Именно поэтому необходимо стремиться к совершенствованию алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения, чтобы адаптироваться под новые сложные условия воздействия сторонних лиц [2].

Сегодня по всему миру организации внедряют в свою деятельность приложения на базе искусственного интеллекта с целью обнаружения киберугроз. Преимущество искусственного интеллекта заключается в том, что он может в режиме реального времени отслеживать угрозы и включать системы оперативного реагирования с целью немедленного прекращения атаки. Происходит автоматизация сбора данных для того, чтобы уменьшить время реагирования на угрозу. Это позволяет алгоритмам учиться на собственных ошибках, улучшая свою деятельность и модернизируя её. Таким образом, искусственный интеллект позволяет оперативно отследить атаку и среагировать на неё, при этом есть возможность постепенного уменьшения времени реагирования для защиты данных. Это также позволяет адаптироваться под новые угрозы, так как увеличивается экономия времени [3].

Благодаря искусственному интеллекту происходит автоматизированная обработка кибератак. Обнаружение, отслеживание и реагирование на угрозы благодаря искусственному интеллекту происходят при минимальном участии человека. Экспертные системы искусственного интеллекта оперативно реагируют на подозрительные действия и подают сигналы, свидетельствующие об атаке. Например, искусственный интеллект может заметить, что сотрудник компании скачивает конфиденциальные данные и отправляет их во внешнюю структуру. Алгоритмы автоматически вычисляют угрозу и приостанавливают действие сотрудника, направляя информацию в отдел службы безопасности.

Благодаря искусственному интеллекту также происходит развитие систем аутентификации. В обеспечение кибербезопасности входит направление анализа возможных рисков, с чем оперативно справляются алгоритмы искусственного интеллекта. Искусственный интеллект анализирует значительные объёмы информации, которые включают в себя в том числе данные о ранних угрозах и утечках информации, что позволяет интеллектуальным системам прогнозировать будущие угрозы. Благодаря процессам анализа рисков искусственный интеллект создаёт уникальные модели для прогноза будущих угроз и атак [4].

Одним из примеров использования искусственного интеллекта в кибербезопасности является «Ankey ASAP» – программа, которая безопасно управляет правами пользователей. Также, например, программа «Microsoft Security Copilot» ежедневно занимается выявлением угроз и помогает бизнесу защищать информацию. Так, компания «QNET» смогла увеличить возможность реагирования на угрозы примерно на 60%, внедрив данную программу [5].

В нашей стране «Лаборатория Касперского» – это единственный продукт российского производства, работающих на базе искусственного интеллекта и помогающий бороться с вредоносными программами и угрозами. Несмотря на то, что данное программное обеспечение обладает некой эффективностью, проверенной временем, необходимо производить модернизацию и разрабатывать новые методы, основанные на использовании искусственного интеллекта, которые позволят ликвидировать и предотвращать атаки. Высокой эффективностью деятельности обладали зарубежные поставщики защитного программного обеспечения, которыми активно пользовались отечественные компании до 2022 года, например, «Symantec», «IBM», «Cylance» и др. Так как с началом специальной военной операции ряд компаний прекратили сотрудничество, данные программы обеспечения кибербезопасности стали недоступны для российских систем. Именно поэтому сейчас необходимо разработать свой комплекс специализированных средств искусственного интеллекта, который позволит эффективно реагировать на кибератаки и их уничтожать. Уже появился ряд подобных технологий. Например, отечественная технология «NDR» (Network Detection and Response) может обнаружить угрозу в сетевом параметре. В данном программном обеспечении за счёт технологий искусственного интеллекта происходит обновление баз данных различных угроз и формирование статистики. Это позволяет заранее спрогнозировать возможную атаку. Также можно привести в пример ещё одну отечественную разработку «SIEM» (Security Information and Event Management). Эта система позволяет обнаружить и зафиксировать некорректную работу платформ за счёт непрерывного мониторинга и анализа состояния безопасности системы. Таким образом, можно сделать вывод, что российский рынок защитных программных

обеспечений, работающих на базе искусственного интеллекта, является перспективным для дальнейшего развития и улучшения для обеспечения большей защиты и эффективности от киберугроз [6, 7].

Таким образом, искусственный интеллект играет огромную роль в кибербезопасности: во-первых, алгоритмы машинного обучения уменьшают время реагирования на атаки благодаря автоматизации сбора данных и отслеживания угроз; во-вторых, искусственный интеллект анализирует информацию и выявляет прогноз будущих возможных угроз; в-третьих, искусственный интеллект оперативно реагирует на утечки данных и предоставляет информацию в специализированные службы.

Источники

1. Ермаков Е. В. Цифровая трансформация: изучение влияния цифровых технологий на бизнес-процессы: монография. Москва: Русайнс, 2024. 64 с.
2. Хакимов А. А. Роль искусственного интеллекта в кибербезопасности // Universum: технические науки. 2023. №11-1 (116). С. 58-59.
3. Толкачев С. В. Применение систем искусственного интеллекта в защите информации // Актуальные исследования. 2024. №10 (192). Ч.I. С. 66-69.
4. Бекматов А. К., Кутдусова Э. Р., Мукимов Ш. И., Давлатова Н. Н. Прогрессивные тенденции применения искусственногоо интеллекта в области информационной безопасности // Экономика и социум. 2023. №6-1 (109). С. 1264-1270.
5. Белоусов Л. ИИ и кибербезопасность / Белоусов Л. [Электронный ресурс]. URL: https://pro32.com/ru/article/ii-i-kiberbezopasnost/ (дата обращения: 25.03.2025).
6. Чугунов В.В. Концепция средств защиты на основе применения искусственного интеллекта для обеспечения кибербезопасности государства / Чугунов В.В., Найденкова К.В. // Российский экономический интернет-журнал. 2023. № 1.
7. Мухаметзянов И.И., Зарипова Р.С. Прогнозирование и предотвращение кибератак с использованием искусственного интеллекта // Технологический суверенитет и цифровая трансформация: сборник международной научно-технической конференции. Казань, 2024. С. 166-169.

УДК 004.8

РАЗРАБОТКА PAYHASLY AI: ИИ-ЧАТ-БОТ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОГОДЫ И РАЗРЕШЕНИЯ ЗАПРОСОВ

Нурлыева Марал Хошгельдиевна, Акыев Недир Багтыярович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
pvm87818@gmail.com

Аннотация. Payhasly AI – это приложение-чат-бот на основе Python, демонстрирующее практическое применение искусственного интеллекта. Он разработан для двух основных задач: предоставления точных прогнозов погоды и ответа на часто задаваемые вопросы. Используя модели машинного обучения, обработку естественного языка (NLP) и модульную архитектуру системы, чат-бот обеспечивает масштабируемость и удобство для пользователя. Используя внешние API и предварительно обученные модели, этот проект служит практическим примером современных решений ИИ в реальных приложениях.

Ключевые слова: ИИ-чат-бот, прогноз погоды, разрешение запросов, обработка естественного языка, машинное обучение, Python, Django.

DEVELOPMENT OF PAYHASLY AI: AN AI CHATBOT FOR WEATHER PREDICTION AND QUERY RESOLUTION

Nurlyyeva Maral Hoshgeldiyevna, Akyyev Nedir Bagtyyarovich
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
pvm87818@gmail.com

Abstract. Payhasly AI is a Python-based chatbot application that demonstrates the practical application of artificial intelligence. It is designed for two main tasks: providing accurate weather forecasts and answering common questions. Using machine learning models, NLP, and a modular system architecture, the chatbot provides scalability and a user-friendly experience. Using external APIs and pre-trained models, this project serves as a practical example of modern AI solutions in real-world applications.

Keywords: AI chatbot, weather prediction, query resolution, natural language processing, machine learning, Python, Django.

This article discusses the development of Payhasly AI, an intelligent chatbot designed to handle weather forecasts and general resolution queries. The chatbot uses advanced machine learning and natural language processing (NLP) techniques. It integrates Python-based libraries and APIs to provide accurate responses and process data in real time.

Artificial intelligence (AI) has revolutionized the way we solve problems in many industries. Payhasly AI aims to create an intelligent, interactive chatbot that can

handle real-time weather queries and answer common questions. Built using Python and Django, the chatbot combines pre-trained NLP models and external APIs to efficiently process user input. With its modular design, Payhasly AI lays a solid foundation for future expansion.

System Architecture.

Payhasly AI employs a modular system architecture, ensuring scalability and efficient processing:

– User Interface: A web-based interface developed using Django to provide a responsive and intuitive user experience [1];

– Backend Processing: Handles user inputs, processes them using the NLP engine, and returns appropriate responses;

– NLP Engine: Powered by libraries like spaCy and pymorphy2 for language tokenization, named entity recognition (NER), and intent detection [2];

Weather Data Integration: External APIs, such as OpenWeatherMap, retrieve real-time weather information [3];

– Machine Learning Models: Pre-trained scikit-learn models are implemented for intent classification and enhanced response accuracy.

Future Enhancements.

The following upgrades are planned to improve the system further:

– Voice Recognition: Adding support for voice input to facilitate hands-free interaction;

– Multi-Language Support: Expanding NLP capabilities to cater to global audiences;

– Deep Learning Integration: Utilizing advanced models like BERT for enhanced NLP accuracy;

– Interactive Visuals: Improving user experience with graphical representations of weather data;

– Smart Home Integration: Enabling seamless integration with smart home systems for added accessibility.

Below in picture 1 is the home page.

Detailed Implementation.

Payhasly AI was built using a systematic approach to ensure functionality and efficiency. The following steps were followed during development:

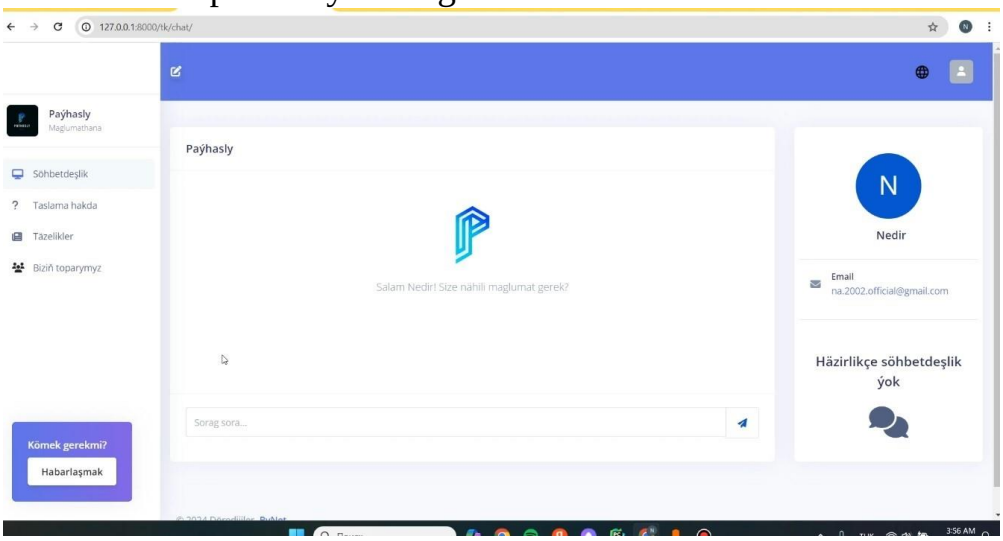
– Setting Up Django Framework: Django’s modular structure was used to create separate apps for user interaction, API integration, and NLP processing [1];

– NLP Pipeline Development: SpaCy was utilized for tokenization and intent detection, while pymorphy2 ensured robust morphological analysis of user inputs;

– Training Machine Learning Models: Scikit-learn models were trained using large datasets to classify user intents accurately;

– Weather API Integration: External APIs like OpenWeatherMap provided real-time weather data for user queries;

– Testing and Optimization: Multiple iterations were conducted to reduce latency and ensure compatibility among different libraries.



Pic. 1. Homepage

Challenges Faced.

Developing Payhasly AI presented several challenges, including:

– Integration of Diverse Libraries: Ensuring compatibility among Python libraries required extensive testing and debugging [5];

– Ambiguous User Queries: Advanced NLP models were trained to handle queries with multiple intents or unclear language;

– API Rate Limitations: Caching mechanisms were implemented to minimize dependency on real-time API calls while ensuring up-to-date information–

– Latency Issues: Optimization techniques, such as hyperparameter tuning, reduced response time without compromising accuracy.

This research successfully demonstrated the development and implementation of Payhasly AI, an AI chatbot designed for accurate weather prediction and efficient query resolution. By leveraging Python, machine learning models, and natural language processing techniques, Payhasly AI provides a practical and scalable solution for real-world applications. The modular architecture allowed for flexible integration of external APIs and pre-trained models, highlighting the potential of modern AI technologies.

References

1. Django Documentation: https://docs.djangoproject.com/.

2. spaCy Documentation: https://spacy.io/.

3. OpenWeatherMap API: https://openweathermap.org/api/.

4. Python Official Website: https://www.python.org/.

5. Vaswani A. et al. Attention Is All You Need (BERT): https://arxiv.org/abs/1706.03762.

УДК 004.8:338

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Огуречникова Арина Денисовна, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zaripova.rs@kgeu.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние искусственного интеллекта (ИИ) на эффективность бизнес-процессов и достижение стратегических целей компаний. Актуальность исследования обусловлена быстрым развитием технологий и необходимостью адаптации бизнеса к новым условиям, что делает ИИ важным инструментом для оптимизации операций, улучшения клиентского сервиса и повышения конкурентоспособности. В статье анализируются основные преимущества внедрения ИИ, такие как повышение производительности, снижение затрат и улучшение качества обслуживания клиентов. Также рассматриваются стратегии и методы, направленные на интеграцию ИИ в существующие бизнес-модели. Искусственный интеллект является ключевым фактором для достижения успеха в современном бизнесе. Результаты исследования подчеркивают, что компании, активно внедряющие ИИ, имеют более высокие шансы на выживание и процветание в условиях жесткой конкуренции.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, бизнес-процессы, конкурентоспособность, автоматизация, инновации, анализ данных, трансформация, эффективность, стратегические цели, устойчивое развитие.

IMPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON EFFICIENCY OF BUSINESS PROCESSES

Ogurechnikova Arina Denisovna, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
zaripova.rs@kgeu.ru

Abstract. The article considers the impact of artificial intelligence (AI) on the efficiency of business processes and the achievement of strategic goals of companies. The relevance of the study is due to the rapid development of technology and the need to adapt business to new conditions, which makes AI an important tool to optimise operations, improve customer service and increase competitiveness. The article analyses the main benefits of AI implementation, such as increased productivity, cost reduction and improved customer service. Strategies and techniques to integrate AI into existing business models are also discussed. Artificial intelligence is a key factor for success in modern business. The results of the study emphasise that companies that actively implement AI have a higher chance of surviving and thriving in a highly competitive environment.

Keywords: Artificial Intelligence, business processes, competitiveness, automation, innovation, data analysis, transformation, efficiency, strategic goals, sustainable development.

В условиях быстро меняющегося рынка и глобализации, компании сталкиваются с необходимостью адаптации и оптимизации своих бизнес-процессов. ИИ становится ключевым инструментом для достижения целей, позволяя не только повысить эффективность операций, но и трансформировать бизнес-модели [1, 2]. Актуальность внедрения ИИ в бизнес-приложения очевидна: компании, использующие современные технологии, имеют конкурентные преимущества, способствующие их устойчивому развитию.

Существующая проблема заключается в том, что многие компании не осознают весь потенциал ИИ и его влияние на бизнес-процессы. Малые и средние предприятия часто не имеют достаточных ресурсов для внедрения сложных технологий и могут не представлять, как ИИ может улучшить их операционные процессы. Традиционные подходы к управлению и аналитике часто оказываются недостаточными для решения современных задач.

Примеры недостатков традиционных подходов: многие компании продолжают использовать Excel для анализа данных, что не позволяет им быстро обрабатывать большие объемы информации и выявлять скрытые закономерности; традиционные методы могут не учитывать сложные взаимосвязи между переменными, что приводит к ошибочным выводам.

Среди методологических подходов к внедрению ИИ можно выделить:

1. Анализ данных – использование больших данных для обучения моделей ИИ. Некоторые компании анализируют поведение пользователей для создания рекомендаций, что увеличивает удержание клиентов.

2. Машинное обучение – применение алгоритмов, позволяющих системам самостоятельно обучаться на основе исторических данных. Некоторые компании используют машинное обучение для оптимизации логистики и управления цепочками поставок, что позволяет сократить время доставки.

3. Гибкие методологии разработки – подходы, позволяющие быстро адаптироваться к изменяющимся требованиям рынка. Agile-подходы в разработке программного обеспечения помогают компаниям быстро реагировать на изменения в потребностях клиентов.

В ходе исследования был проанализирован опыт компаний, успешно применяющих ИИ для оптимизации своих бизнес-процессов. Например, компании в сфере финансов используют ИИ для анализа рисков и предотвращения мошенничества, что позволяет им значительно сократить убытки и повысить безопасность транзакций.

Научная аргументация подтверждается данными о росте производительности и снижении затрат у компаний, внедривших ИИ. Исследования показывают, что организации, использующие ИИ, достигают на 30% более высоких показателей эффективности по сравнению с конкурентами, не применяющими эти технологии. Основные выводы исследования

заключаются в том, что ИИ не только способствует улучшению бизнес-процессов, но и открывает новые возможности для инноваций и роста. Компании, которые активно внедряют ИИ, становятся более адаптивными и способны быстрее реагировать на изменения в рыночной среде [3].

Результаты подтверждают гипотезу о том, что внедрение ИИ в бизнес-процессы приводит к значительному улучшению показателей эффективности. В частности, компании отмечают сокращение времени на выполнение задач, улучшение качества обслуживания клиентов и увеличение прибыли.

Определим рекомендации для специалистов: необходимо провести анализ текущих бизнес-процессов для выявления областей, где ИИ может принести наибольшую пользу; инвестировать в обучение сотрудников для повышения их квалификации в области ИИ и анализа данных; запускать небольшие пилотные проекты для тестирования решений ИИ перед их масштабированием; привлекать внешних консультантов и специалистов по ИИ для оптимизации внедрения технологий [4].

В условиях динамичного рынка и глобализации внедрение ИИ становится не просто выбором, а необходимостью для компаний, стремящихся к оптимизации своих бизнес-процессов и повышению конкурентоспособности. Как показали примеры из различных отраслей, ИИ способен трансформировать бизнес-модели, улучшая эффективность операций и открывая новые возможности для инноваций [5].

Результаты исследования подтверждают, что правильное внедрение ИИ приводит к значительному улучшению показателей эффективности, сокращению затрат и повышению качества обслуживания клиентов. Компании, активно использующие ИИ, становятся более адаптивными и способны быстрее реагировать на изменения в рыночной среде.

Источники

1. Брыжина Н. В. Искусственный интеллект в бизнесе: возможности и риски // Научный журнал КубГАУ. 2020. Т. 135. С. 1-12.

2. Кузнецов А. В. Применение искусственного интеллекта в современных бизнес-моделях // Экономические науки. 2021. № 3. С. 78-85.

3. Зарипова Р.С., Пырнова О.А. Управление деятельностью организаций в условиях цифровой экономики // Ученые записки ИСГЗ. 2018. Т.16. №2. С.70-75.

4. Теплая Н.А., Аллабян М.Г., Халидов А.А. Анализ экономической эффективности внедрения искусственного интеллекта в малом бизнесе // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 5, № 3(156). С. 174-179.

5. Цеева Ф.М., Верещагина А.С., Николаева С.Г. Автоматизация производства с использованием нейронных сетей и глубокого обучения // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, № 12(153). С. 12-19.

УДК 330.13; 004.8

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В БИЗНЕСЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Османов Газибег Магомедович, Коврижных Ольга Евгеньевна
КГЭУ, Казань, Россия
gek33cr@gmail.com

Аннотация. В данной статье анализируется влияние технологий искусственного интеллекта (ИИ) на экономическую эффективность бизнес-процессов в различных отраслях промышленности. Рассматриваются примеры внедрения искусственного интеллекта в розничной торговле, строительстве, логистике и обслуживании клиентов, а также ключевые экономические показатели, такие как снижение затрат, рост прибыльности, повышение рентабельности и оптимизация бизнес-процессов. Особое внимание уделяется синергетическому эффекту искусственного интеллекта, который позволяет не только автоматизировать процессы, но и повысить качество управления.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматизация бизнес-процессов, экономическая эффективность, рентабельность, оптимизация затрат

ECONOMIC PROSPECTS FOR THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BUSINESS IN THE DIGITAL ECONOMY

Osmanov Gazibeg Magomedovich, Kovrizhnykh Olga Evgenevna
KSPEU, Kazan, Russia
gek33cr@gmail.com

Abstract. This article analyzes the impact of artificial intelligence (AI) technologies on the economic efficiency of business processes in various industries. Examples of AI implementation in retail, construction, logistics and customer service are considered, as well as key economic indicators such as cost reduction, profitability growth, margin improvement and business process optimization. Special attention is paid to the synergistic effect of AI, which allows not only to automate processes, but also to improve the quality of management.

Keywords: Artificial Intelligence, business process automation, economic efficiency, profitability, cost optimization

В условиях цифровой экономики многие компании все чаще обращаются к технологиям ИИ для оптимизации своих бизнес-процессов. Однако, для обоснования инвестиций в такие технологии необходимо понимать их реальное

влияние на экономические показатели. Предварительный анализ эффективности ИТ-проекта имеет критическое значение, поскольку подобные инициативы зачастую сопровождаются значительными инвестиционными затратами, технологическими рисками и реализуются в условиях постоянно эволюционирующей ИТ-среды [1].

Рассмотрим конкретные кейсы внедрения ИИ и их результаты.

По данным агентства Data Insight, к началу 2025 года 65% крупных компаний в России уже внедрили чат-ботов для поддержки клиентов. Это помогло снизить нагрузку на колл-центры на 30–50% и сократить расходы на обслуживание [2].

По данным старшего партнера Лиги Цифровой Экономики Дмитрия Васильева с помощью предиктивной аналитики им удалось увеличить рентабельность отдельных активов на 30–50%, а в целом по предприятию дать рост маржинальности на 6–15%. Важной частью сокращения затрат является уменьшение простоев, уменьшение затрат топлива и предсказание рисков аварийных ситуаций [3].

Сеть пиццерий «Додо Пицца» внедрила робота для обработки входящих звонков клиентов. В первый месяц работы робот обработал 250 тысяч звонков, успешно справившись в 97% случаев. Это позволило компании экономить более 1 млн рублей ежемесячно на обработке звонков и сократить время ожидания клиентов [4].

Крупнейший российский ритейлер X5 Retail Group использует технологии компьютерного зрения для мониторинга наличия товаров на полках. Система с точностью более 95% распознает товары и формирует отчеты за 10–30 секунд, что позволяет своевременно пополнять запасы и улучшать обслуживание клиентов [5]. Маркетплейс Wildberries внедрил чат-бота «Ева Вайлет», который обрабатывает около 58% запросов пользователей. Благодаря этому операторы стали менее загружены, а обработка заявок ускорилась, что в итоге привело к росту удовлетворенности клиентов.

В строительстве ИИ используется для предиктивной аналитики, что позволяет сэкономить до 8% стоимости проекта. Инструменты ИИ предоставляют прогнозы и рекомендации в реальном времени, влияя на ход строительного процесса и снижая риски.

Ритейлеры прибегают к возможностям искусственного интеллекта для точного предсказания потребительского спроса, совершенствования контроля за запасами и оптимизации маршрутов доставки.

ИИ не только оптимизирует отдельные процессы, но и создает синергетический эффект. Синергетический эффект ИТ-проектов возникает, когда объединение различных компонентов создает общий результат, существенно превосходящий простую сумму их индивидуальных достижений [6]. В ИТ-

проектах с использованием искусственного интеллекта можно выделить следующие области получения эффектов, вместе они образуют эффект, превышающий сумму каждого эффекта по отдельности:

– Автоматизация + Аналитика дают снижение затрат на персонал + повышение точности прогнозов.

– Чат-боты + CRM-системы дают улучшение клиентского сервиса + рост лояльности клиентов.

– Компьютерное зрение + логистика дают снижение потерь + ускорение оборота товаров.

Приведённые примеры демонстрируют, что применение искусственного интеллекта в управлении бизнесом открывает перед компанией новые экономические горизонты. Среди них – оптимизация затрат на обслуживание клиентов, рост рентабельности и увеличение маржинальности, сокращение расходов благодаря улучшенной аналитике, ускоренное выполнение бизнес-процессов, уменьшение операционных рисков и существенное улучшение качества предоставляемых услуг.

Источники

1. Коврижных О.Е. Виды эффектов ИТ-проектов: проблемы идентификации и оценки // Естественно-гуманитарные исследования (ЕГИ). №1(51). 2024. С.136-139

2. Романова И. В. Внедрение искусственного интеллекта в бизнес-процессы: зарубежный и отечественный опыт / И. В. Романова, А. В. Игишев // Финансовый бизнес. 2023. № 11(245). С. 63-65.

3. Официальный сайт Хайтек [электтронный ресурс] URL: https://hightech.fm/2025/03/07/predictive-analytics-industry (дата обращения 21.03.2025)

4. Седойкина А. А. Перспективы внедрения системы искусственного интеллекта для повышения эффективности бизнес-процессов в call-центре / А. А. Седойкина // Human Progress. Т. 6, № 2.-2020. С. 7.

5. Шальнева М. С. Внедрение технологии искусственного интеллекта в бизнес-процессы торговых корпораций / М. С. Шальнева, Н. В. Шпильман // Страховое дело. 2022. № 4(349). С. 54-62.

6. Салахутдинова А. Р., Коврижных О.Е. Синергетические эффекты ИТ-проектов: понятие и способы оценки // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 467-469.

УДК 004.891.3

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМАХ ДИАГНОСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И АВТОМАТИКИ

Пересыпкин Игорь Анатольевич
ФГБОУ ВО «ИГЭУ», г. Иваново, Россия
ispolatov.snip1945@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматриваются возможности и перспективы применения технологий искусственного интеллекта в системах диагностики оборудования в промышленности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, системы диагностики, прогнозирование.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY IN DIAGNOSTIC SYSTEMS OF MEASURING INSTRUMENTS, INSTRUMENTATION AND AUTOMATION

Peresypkin Igor Anatolyevich
ISPEU, Ivanovo, Russia
ispolatov.snip1945@yandex.ru

Abstract. The article examines the possibilities and prospects of using artificial intelligence technologies in industrial equipment diagnostic systems.

Keywords: artificial intelligence, diagnostic systems, forecasting.

Применение систем диагностики оборудования позволяет осуществлять поиск и устранение причин возникающих в нем неисправностей. Выявленные характерные признаки некорректной работы оборудования дают возможность сделать предположение о возникновении отказов и неисправностей в будущем. Эти прогнозы позволяют планировать проведение ремонтных работ и время простоя оборудования. Системы автоматизации управления технологическим процессом поддерживают параметры оборудования в соответствии с заданными требованиями, что, в свою очередь, обеспечивает рост производительности труда и качества выпускаемой продукции [1].

Непрерывный мониторинг параметров технологического процесса и состояния узлов промышленного оборудования делает возможным своевременное выявление причин, породивших эти отклонения от заданных значений. Определенные закономерности и повторяющиеся события при анализе данных с технологического объекта позволяют делать соответствующие выводы, принимать своевременные решения и

прогнозировать развитие событий. Применение технологий искусственного интеллекта, дает возможность оперировать большими массивами данных [2]. Скорость и точность определения неисправностей и методов их устранения главным образом влияет на сокращение времени простоя промышленного оборудования и на эффективность работы предприятия в целом.

Технологии искусственного интеллекта в системах диагностики в промышленности используются для аналитической обработки данных. На основе анализа обработанных данных экспертная система диагностики формирует рекомендации для устранения неисправностей. В отличии от традиционных методов, основанных на правилах или алгоритмах, нейронные сети способны самостоятельно обучаться на базе имеющихся данных и принимать решения на основе полученной информации. Именно поэтому использование нейронных сетей для диагностики оборудования эффективно для сложных и многоконтурных систем, где выяснение точной причины проблемы может быть трудновыполнимой задачей. Преимуществом адаптивных экспертных систем диагностики является их возможность обработки и анализа потока неструктурированных данных, таких как звук и изображение. Передача информации измеряемого параметра передается от датчика посредством измерительных систем [2].

Измерительная система – совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связи, предназначена для преобразования и обработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической передачи и использования в различных системах управления.

Измерительный канал – функционально объединённая совокупность средств измерений, по которой проходит один последовательно преобразуемый сигнал. Измерительные каналы являются неотъемлемой частью измерительно-информационной системы.

Структурная схема измерительной системы в упрощенном виде (рис.1) состоит из трех частей: ИК- измерительный канал; УОИ - устройство обработки информации; УВИ – устройство вывода информации (которое выдает измерительную информацию ИИ).

Рис. 1. Упрощённая структурная схема измерительной системы

Сложные современные измерительные информационные технологии могут быть выполнены интеллектуальными многоканальными *измерительными информационными системами*, которые обеспечивают комплексные одновременные измерения различных величин или параметров и совместную

математическую обработку результатов, учитывающую или определяющую их взаимозависимость. Интеллект измерительной информационной системы обеспечивается компьютерами или процессорами. Достоверность результатов измерений – метрологическим обеспечением измерительных каналов систем, их измерительных компонентов и системы в целом [3].

В основе методики поиска и устранения неисправностей, на основе вероятностной модели причинно-следственных связей, лежат алгоритмы дерева принятия решений. Оно представляет собой многоуровневую графологическую структуру причинных взаимосвязей, последовательностей и комбинаций неисправностей. Анализ отказа оборудования предполагает возможность поиска корневых причин неисправностей и даёт наглядное представление о взаимосвязи элементов структуры, влияющих на корректную работу оборудования. Условная схема построения дерева отказов представлена ниже.

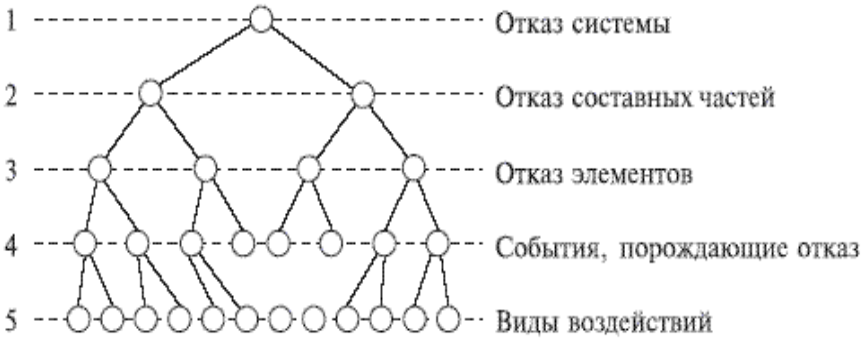


Рис. 2. Условная схема построения дерева отказов

Сбор и преобразование данных и параметров технологического процесса в целях обучения нейронной сети предполагает возможность прогноза места возникновения неисправности в условиях неопределенности события. Комбинация нейросетевых методов и алгоритмов дерева принятия решений комплексно позволяют повысить эффективность прогноза места возникновения отказа в измерительном канале АСУТП [2].

Источники

1. Искусственный интеллект: понятие, типы, сферы применения, прогнозы на будущее [Электронный ресурс]. https://cloud.ru/ru/blog/about-artificial-intelligence/ (дата обращения: 17.03.25).

2. Прогнозирование времени отказа оборудования технологического процесса с помощью искусственной нейронной сети [Электронный ресурс]. https://www.cta.ru/articles/soel/2022/2022-5/166002/ (дата обращения: 17.03.25).

3. На что способен искусственный интеллект сегодня и каков его потенциал [Электронный ресурс]. https://trends.rbc.ru/trends/ (дата обращения: 17.03.25).

УДК 004.93

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ УТОМЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ НЕЙРОНЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Петросянц Дмитрий Геннадьевич, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
dim-asu@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача определения функционального состояния утомления человека. Представлены методы определения состояния утомления: поведенческие, психометрические, физиологические, а также методы субъективной оценки и шкалирования. Указано, что одним из эффективных физиологических методов является пупиллометрия. Проанализированы особенности использования пупиллометрии в медицинской диагностике. Отмечено, что применение этого метода в других областях требует использования методов искусственного интеллекта. Показано, что анализ количественных значений параметров пупиллограмм для построения модели определения состояния утомления человека с возможностью интерпретации получаемых решений целесообразно производить на основе нейронечеткого моделирования.

Ключевые слова: состояние утомления человека, нечеткая нейронная сеть, нейронечеткое моделирование, пупиллограмма, пупиллометрия.

DETERMINING THE STATE OF HUMAN FATIGUE BASED ON NEURO-FUZZY MODELING

Petrosyants Dmitry Gennadievich, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
dim-asu@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Abstract. The problem of determining the functional state of human fatigue is considered. The methods for determining the state of fatigue are presented: behavioral, psychometric, physiological, as well as methods of subjective assessment and scaling. It is indicated that one of the effective physiological methods is pupillometry. The features of using pupillometry in medical diagnostics are analyzed. It is noted that the use of this method in other areas requires the use of artificial intelligence methods. It is shown that the analysis of quantitative values of pupillogram parameters for constructing a model for determining the state of human fatigue with the ability to interpret the solutions obtained should be based on neuro-fuzzy modeling.

Keywords: human fatigue state, fuzzy neural network, neuro-fuzzy modeling, pupillogram, pupillometry.

Функциональное состояние [1] – это совокупность различных характеристик, процессов, свойств и качеств физиологических, психологических, поведенческих функций, отражающих уровень активности систем, эффективность деятельности и поведение человека. Одним из видов функциональных состояний человека является состояние утомления [2, 3]. Для многих предметных областей важно контролировать и не допускать нахождение человека в этом состоянии. Примерами таких областей являются транспортные системы, здравоохранение, опасные производства, критически важные объекты.

Для определения функционального состояния утомления человека используются различные методы [4]: поведенческие, психометрические, физиологические, а также методы субъективной оценки и шкалирования. Одним из наиболее известных и эффективных физиологических методов, используемых в медицине, является пупиллометрия [5]. Этот метод основан на регистрации и анализе зрачковой реакции человека на световое импульсное воздействие.

На рисунке 1 представлены особенности использования пупиллометрии в медицинской диагностике.

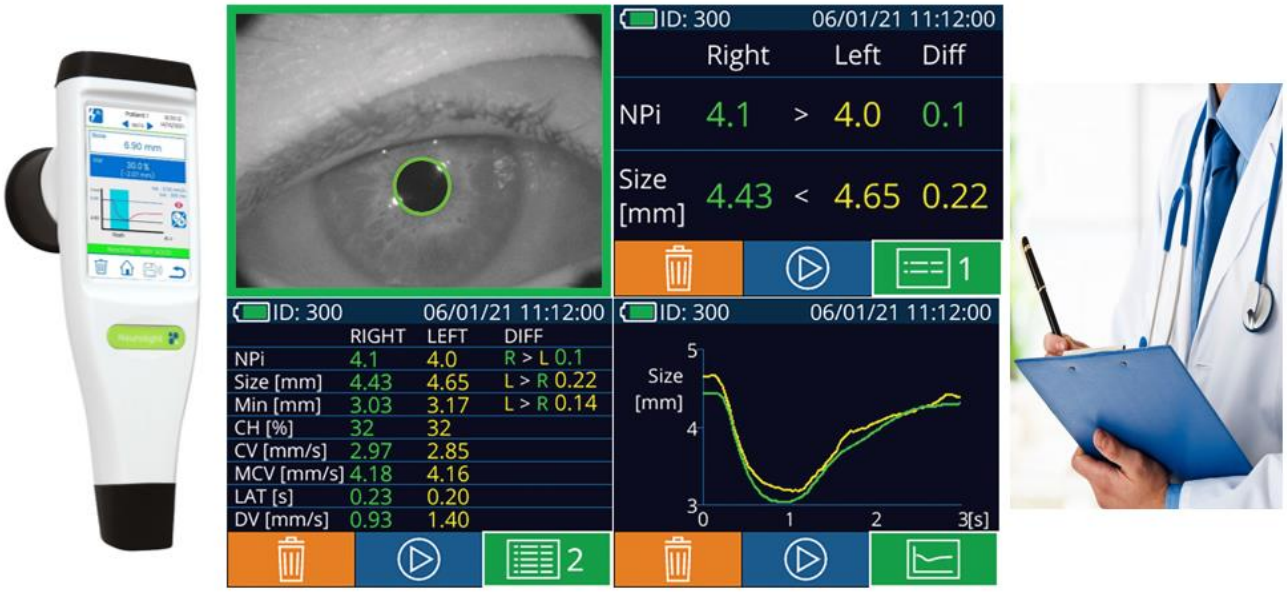


Рис. 1. Особенности использования пупиллометрии в медицинской диагностике

На рисунке слева изображен специальный прибор – пупиллометр, представляющий собой портативное устройство, обеспечивающее надежное и объективное измерение зрачковой реакции человека на световой стимул. Для интерпретации результатов измерения зрачковой реакции (пупиллограммы) требуется привлечение специалистов, что не подразумевает широкого применения этого устройства в различных предметных областях.

Для эффективного использования пупиллометрии в различных областях целесообразно использовать современные методы искусственного интеллекта

[6-9], в частности, нейронные сети [10-13], сверточные нейронные сети [14-17], рекуррентные нейронные сети [18-20] и нечеткие нейронные сети [21-25]. Эти методы позволяют строить универсальные аппроксимирующие модели.

В таблице 1 представлены результаты сравнительного анализа методов.

Табл. 1. Сравнение методов анализа пупиллограмм

Методы	Критерии сравнения		
	Данные для анализа	Решение задачи классификации	Возможность интерпретируемости решений
Классическая нейронная сеть	количественные значения параметров пупиллограмм	да	нет
Сверточная нейронная сеть	графические изображения пупиллограмм	да	нет
Рекуррентная нейронная сеть	временные ряды количественных значений пупиллограмм	нет	нет
Нечеткая нейронная сеть	количественные значения параметров пупиллограмм	да	да

Классическая нейросетевая модель позволяет эффективно анализировать количественные значения параметров пупиллограмм, решать задачу классификации для определения состояния утомления человека, но не позволяет интерпретировать полученное решение. Сверточная нейросетевая модель эффективно справляется с анализом и классификацией графических изображений пупиллограмм, однако, как и нейросетевая модель, не способна интерпретировать выходной результат. Рекуррентная модель нейронной сети, анализируя временные ряды количественных значений пупиллограмм, вместо их классификации решает задачу регрессии и при этом также не дает возможности интерпретировать свои решения. Таким образом, анализ количественных значений параметров пупиллограмм для построения модели определения состояния утомления человека с возможностью интерпретации получаемых решений целесообразно производить на основе нейронечеткого моделирования.

В дальнейшем для эффективного решения этой задачи необходимо выполнить анализ архитектур нечетких нейронных сетей для построения нейронечетких моделей классификации пупиллограмм, выбрать базовую модель нечеткой нейронной сети, построить модель выбранной архитектуры, разработать методы и алгоритмы структурной и параметрической идентификации модели, разработать программный комплекс для построения модели, выполнить вычислительные эксперименты, а также произвести апробацию и оценить эффективность разработанного алгоритмического и программного обеспечения.

Источники

1. Бабажанова А.Е. Изучение взаимосвязи функционального состояния человека с психофизиологией // Globus. 2022. Т. 8. № 1 (66). С. 3-6.

2. Лапушинский К.Р. Использование глубоких нейронных сетей для распознавания состояния утомления человека на основе речевых данных // Научный аспект. 2023. Т. 10. № 7. С. 1222-1230.

3. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.

4. Филиппов Ю.А., Корпан Н.Н., Тютюнник В.М. Радиоэстезический метод определения физиологического и функционального состояния человека // Информационные процессы, системы и технологии. 2021. № 1 (19). С. 42-47.

5. Бакуткин В.В. Специализированная методика исследования зрачковых реакций в гигиенической практике // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. 2016. № 9 (282). С. 48-49.

6. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Искусственный интеллект в камерах смартфонов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 1 (15). С. 82-84.

7. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Перспективы развития искусственного интеллекта и кибернетики // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 3-4 (17-18). С. 78-81.

8. Сибгатуллин А.А., Катасёв А.С. Интеллектуальные модели оценки функционального состояния водителей в системах транспортной безопасности // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 139-143.

9. Абдулхаков А.Р., Катасёв А.С. Кластерно-генетический метод редукции баз знаний интеллектуальных систем // Фундаментальные исследования. 2015. № 5-3. С. 471-475.

10. Воробьёва Ю.Н., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нейросетевая модель выявления DDoS-атак // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 94-98.

11. Петросянц Д.Г., Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Технология сбора исходных данных для построения моделей оценки функционального состояния человека по зрачковой реакции на изменение освещенности в решении отдельных задач обеспечения транспортной безопасности // Компьютерные исследования и моделирование. 2021. Т. 13. № 2. С. 417-427.

12. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс определения функционального состояния человека // Автоматизация процессов управления. 2017. № 3 (49). С. 88-95.

13. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Подольская М.А. Модель коллектива нейронных сетей и программный комплекс для определения функционального состояния человека // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2018. № 1 (41). С. 69-85.

14. Пырнова О.А., Кузнецов М.Г., Никоноров Д.П. Использование сверточной нейронной сети для выявления заболеваний растений // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 369-372.

15. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Литинский М.С. Сверточная нейросетевая модель распознавания рукописных математических выражений // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 6. С. 123-127.

16. Миниханов Р.Н., Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Скибин В. Нейросетевые сверточные модели обнаружения и распознавания сигналов светофора // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 11. С. 199-205.

17. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Кунафина Л.Н. Сверточная нейросетевая модель сортировки бытовых отходов // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 101-105.

18. Тетерин М.А., Грищенков Н.Д., Чистякова Т.Б. Прогнозирование качества полимерных пленок с использованием рекуррентной нейронной сети // Математические методы в технологиях и технике. 2022. № 2. С. 105-111.

19. Егунова А.И., Сайгин А.А. Восстановление звуковых сигналов с помощью рекуррентных нейронных сетей // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 9. С. 91-94.

20. Карпухин А.И. Применение рекуррентных нейронных сетей в задаче классификации тематик научных исследований // Инновации и инвестиции. 2024. № 6. С. 474-476.

21. Катасёв А.С. Нейронечеткая модель формирования правил классификации, как эффективный аппроксиматор объектов с дискретным выходом // Кибернетика и программирование. 2018. № 6. С. 110-122.

22. Емалетдинова Л.Ю., Катасёв А.С., Назаров М.А. Нейронечеткая модель построения контуров на изображении // Инженерный вестник Дона. 2023. № 7 (103). С. 71-80.

23. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нечёткая экспертная система диагностики маслонаполненных силовых трансформаторов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 148-154.

24. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.

25. Катасёва Д.В., Баринов А.И. Нейронечеткая модель определения фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 69-72.

УДК 004.8:656.2

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ ЛОГИСТИКОЙ В РОССИИ

Плесканёв Сергей Сергеевич
Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, России
cloudyslump@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена анализу применения искусственного интеллекта в логистике на примере Почты России. Рассматриваются ключевые технологии, компьютерное зрение для сортировки посылок, NLP чат боты для клиентского сервиса, предиктивная аналитика для оптимизации маршрутов и IoT-мониторинг транспорта. На конкретных примерах показано, как внедрение ИИ-решений позволило повысить эффективность логистических операций, сохраняя при этом важную роль человеческого фактора.

Ключевые слова: ИИ, логистика, цепочка поставок, оптимизация маршрутов, прогнозирование предсказания рисков, автоматизация.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LOGISTICS MANAGEMENT IN RUSSIA

Pleskanev Sergey Sergeevich
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia
cloudyslump@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the analysis of the use of artificial intelligence in logistics using the example of the Russian Post. Key technologies are considered, computer vision for parcel sorting, NLP chatbots for customer service, predictive analytics for route optimization, and IoT transport monitoring. Concrete examples show how the introduction of AI solutions has improved the efficiency of logistics operations, while maintaining the important role of the human factor.

Keywords: AI, logistics, supply chain, route optimization, forecasting, risk prediction, automation.

В современных условиях санкционного давления и глобальной трансформации цепочек поставок российская логистика сталкивается с беспрецедентными вызовами. Ограничения на поставки зарубежных технологий, отключение от международных логистических систем и финансовые барьеры создали необходимость в срочной перестройке всей отрасли. В этом контексте искусственный интеллект становится не просто

инструментом оптимизации, а стратегическим ресурсом для обеспечения технологического суверенитета и устойчивости национальной экономики. В данной статье будет рассмотрено, как ИИ участвует в управлении логистикой и оптимизации процессов, способствующие повышение эффективности работы компаний, его роль, проблемы и перспективы.

В положении современного бизнеса, где критически важны оперативность, безошибочность и рациональное использование ресурсов, логистика превращается в ключевой фактор эффективности компаний. Бурное развитие цифровых технологий, особенно искусственного интеллекта, кардинально расширяет возможности логистики, позволяя не только оптимизировать процессы, но и прогнозировать изменения, оперативно адаптируясь к новым вызовам рынка [1]. Основными задачами ИИ в цепочках поставок является: оптимизация маршрута, возможность мониторинга посылки в реальном времени, проведение анализа данных и прогнозирование, предсказывание риска поломки транспорта, обеспечение полную прозрачность процесса в взаимодействии с клиентом. Это, в свою очередь, способствует снижению потребительских цен, улучшению экономических показателей.

Для оптимизации маршрутов используется анализ данных и прогнозирование, они обеспечивают учет множества переменных, таких как погода, пробки и дорожные условия. Перед отправкой он может рассчитать, на какой машине будет лучше осуществлять перевозку, какое содержимое в какую машину лучше загрузить и по какому маршруту перевозить. За счет этого значительно сокращается время груза в пути, снижается риск ненужных задержек и в целом достигается более рациональное использование ресурсов [2].

Мониторинг в реальном времени способствует улучшению видимости всех элементов цепочки поставок, позволяя заинтересованным сторонам иметь актуальную информацию о движении и состоянии товаров, таким образом обеспечивает прозрачность перед партнерами и клиентами [3].

Для автоматизации логистики ИИ уже применяется повсеместно и является главным инструментом. Для примера, без него была бы невозможна обработка такого масштаба посылок, какими занимаются службы доставки Почта России, а именно более миллиарда посылок в год.

Компания Почта России использует компьютерное зрение и технологию OCR, чтобы выполнять автоматическую сортировку посылок. Пока посылка движется по конвейеру камеры снимают ее со всех сторон на наличие штрихкода или QR кода с мгновенным считыванием или в случае, если они отсутствуют переходит к распознаванию текста. Как раз технология OCR отвечает за анализ изображений и нахождение текста, выделяет такие данные как индекс, город, улица, ФИО получателя, сверяет с базой данных и исправляет опечатки. Если адрес распознан верно, то посылка направляется в

необходимый сортировочный центр к региону получателя. Если же присутствует несоответствие, то для снижения возвратов из-за ошибок в адресах, после того как OCR обрабатывает текст на посылке, происходит дополнительная верификация адресов через модель BERT, которая исправляет найденные ошибки, если она уверена в корректности исправления, то автоматически заносит точку в маршрут курьера, если же нет. то посылка переходит для ручной проверки. Такой подход позволил снизить возвраты на 30-40% в среднем по регионам.

Для анализа и прогноза берутся такие данные, как история посещаемости каждого отделения, статистика принятых и выданных посылок за год, внешние факторы в виде праздников, погоды или акции. Интеллектуальный анализ данных позволяет выявлять скрытые закономерности в логистических цепочках, что особенно важно в условиях цифровой трансформации [4]. Для этого задействуется технология LSTM, которая анализирует степень нагрузки на определенные дни, перед новым годом она возрастает в 3 раза, либо часы максимального потока людей, в основном это с 12 до 15 часов. В совмещении с технологией предсказания аналитики, на основе исторических данных она позволяет прогнозировать, в каком отделении сколько сотрудников будет необходимо или в увеличении числа курьеров для обслуживания заказов. За счет этого в последствии происходит составление графиков работы, а также поступают рекомендации по открытию временных пунктов выдачи. В результате введения таких технологий в процесс обработки посылок, Почта России добились снижения очередей на 20-30%, а также избавления от издержек за простой сотрудников [5].

Для обеспечения качественной связи с клиентом используются чат-боты, где технология NLP отвечает за распознавание текста пользователя, а именно намерения, предположим клиента узнать информацию о своей посылке, далее извлекает главную деталь в виде номера трека и передает в базу. Через API происходит обмен данных, бот запрашивает через CRM-систему, которая позволяет отслеживать в реальном времени данные о посылках, проверяет ее статус, на основе которого формируется ответ пользователю в виде примерного срока доставки в пункт выдачи, если нужна более точная информация или возникла проблема он предложит обратиться оператору, В таком виде работы 60% запросов решаются без задействования сотрудника, а время ответа от бота составляет всего лишь 5 секунд.

Непосредственно для оптимизации маршрутов компания использует общую систему геолокации для определения точки доставки, для данных о пробках применяют Яндекс карты API, он выступает основным источником, а также проводит анализ технических транспортных затрат, таких как грузоподъемность или расход топлива. Расчет оптимального пути происходит с

применением Google QR-tools, это к тому же бесплатное решение, за счет алгоритма VRP происходит выбор порядка объезда точек доставки с учетом графика работы отделений, В случае изменения дорожной ситуации, имеется динамическая корректировка, при которой Яндекс Маршрутизация API переделывает маршрут в реальном времени и отправляет его обновленным на устройство водителя [6]. Для грузовика, перевозящего почту по 50 адресатам в Москве, на основе использования данных технологий, это позволило снизить пробег с 21%.

В управлении риском главным инструментом выступают IoT-датчики, благодаря которым происходит отслеживание данных о пробеге, расходе топливо и вибрации двигателя, а сканирование производится раз в 30 секунд. На основе этого алгоритм Random Forest анализирует повышенный расход масла или увеличение вибраций, как риск возможных проблем с подвеской, далее поступает уведомление механика через систему мониторинга с рекомендацией о замене автомобиля для маршрута. Из отчетов Почты России за 2023 год это помогло предотвратить 287 аварийных поломок фургонов и сократить простой на 4200 часов.

Существующими недостатками системы является высокая стоимость введения и дальнейшего обслуживания, имеющиеся уязвимости в IoT-датчиках, сильная зависимость от сторонних API.

На основе данных внедрений ИИ-технологий в логистику Почты России, нельзя не заметить, насколько сильно помогла автоматизация улучшить производительность работы, точность и качество сервиса в обслуживании клиента. В перспективе рост доли использования таких технологий в логистике, в том числе перспективных решений в области моделирования, будет только увеличиваться для упрощения работы в выполнении определенных задач, но полностью заменить человека у них никогда не получится [7].

Санкции и разрыв международных логистических связей заставили российские компании искать новые пути повышения эффективности. Как показывает опыт Почты России, ИИ-технологии стали ключевым инструментом адаптации, они позволяют оптимизировать маршруты, прогнозировать спрос и минимизировать простои [8]. Хоть и полная автоматизация невозможна, сочетание ИИ с человеческим контролем уже дает значительный экономический эффект, снижая издержки и улучшая качество сервиса.

Источники

1. Роль искусственного интеллекта в логистике эффективность, вызовы и решения [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/rol-iskusstvennogo-intellekta-v-logistike-effektivnost-vyzovy-i-resheniya (дата обращения: 31.03.2025)

2. Кукарцев, В. В. Оптимизация программной архитектуры логистических информационных систем / В. В. Кукарцев, Д. А. Шеенок // Логистические системы в глобальной экономике. – 2013. – № 3-1. – С. 138-145.

3. Искусственный интеллект в транспортной логистике: оптимизация маршрутов и снижение затрат [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-transportnoy-logistike-optimizatsiya-marshrutov-i-snizhenie-zatrat (дата обращения: 31.03.2025)

4. Применение интеллектуального анализа данных для оптимизации логистических цепочек поставок в условиях цифровой трансформации [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-intellektualnogo-analiza-dannyh-dlya-optimizatsii-logisticheskih-tsepochek-postavok-v-usloviyah-tsifrovoy-transformatsii (дата обращения: 31.03.2025)

5. Approaches to solving the resource supply problem of the railway company based on intellectual data analysis / O. V. Baryshnikova, V. V. Kukartsev, V. V. Ivanenko [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: The 2020 International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region (SibTrans 2020), Irkutsk, 11–13 ноября 2020 года. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 012041.

6. Управлять запасами и оптимизировать доставку: как логисты используют ИИ [Электронный ресурс]. https://bigdata.beeline.ru/blog/articles/ii-v-logistike (дата обращения: 31.03.2025)

7. Using digital twins to create an inventory management system / V. Kukartsev, A. Kozlova, O. Kuimova [et al.] // E3S Web of Conferences: XI International Scientific and Practical Conference Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITSE-2023), Divnomorskoe village, Russia, 04–10 сентября 2023 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2023. – P. 05016. – DOI 10.1051/e3sconf/202343105016.

8. Strategy of introduction of information system in trade and logistics company / Ya. Zhilkina, V. Kukartsev, A. Nizameeva [et al.] // E3S Web of Conferences, Voronezh, 09–13 октября 2023 года. Vol. 458. – Voronezh: EDP Sciences, 2023. – P. 05016. – DOI 10.1051/e3sconf/202345805016.

УДК 004.421.2:621.38

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ, ТИПОВ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ТРАДИЦИОННЫХ СПОСОБОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

Покоянов Никита Антонович, Воробчук Никита Владимирович, Мазур Дмитрий Денисович
ФГБУ ВО «БРгУ», г. Братск, Россия
kr1syk@mail.ru, vorobchuk2006v@mail.ru, 240304240304@mail.ru

Аннотация. В данной статье проведён сравнительный анализ точности обучения искусственного интеллекта и традиционных методов, приведены формулы для расчёта точности, выдаваемых в процессе машинного обучения, а также приведена сравнительная таблица часто используемых моделей.

Ключевые слова: анализ информации, методы машинного обучения, прогнозирование временных рядов, типы нейронных сетей, прогнозирование энергопотребления, ARIMA, экспоненциальное сглаживание.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ACCURACY OF MACHINE LEARNING METHODS, TYPES OF NEURAL NETWORKS, AND TRADITIONAL METHODS FOR PREDICTING ENERGY CONSUMPTION

Pokoyanov Nikita Antonovich, Vorobchuk Nikita Vladimirovich, Mazur Dmitry Denisovich
BSU, Bratsk, Russia
kr1syk@mail.ru, vorobchuk2006v@mail.ru, 240304240304@mail.ru

Abstract. This article provides a comparative analysis of the accuracy of artificial intelligence training and traditional methods, presents formulas for calculating the accuracy produced in the machine learning process, and includes a comparative table of commonly used models.

Keywords: information analysis, machine learning methods, time series forecasting, types of neural networks, energy consumption forecasting, ARIMA, exponential smoothing.

С ростом количества потребляемой энергии появляется необходимость её контроля и прогнозирования для создания устойчивой и стабильной сети энергоснабжения потребителя без перебоев. Современные энергосистемы сталкиваются с пиками нагрузок в праздничные дни, выходные, под влиянием погодных условий, а также некоторых экономических факторов. Прогнозирование позволяет оптимизировать распределение ресурсов, минимизировать риски дефицита энергии, что позволяет снизить затраты. Одно из возможных решений является использование методов машинного обучения

или типов нейронных сетей. Далее мы рассмотрим их и сравним с традиционными методами [1-3].

Одними из традиционных методов являются ARIMA и экспоненциальное сглаживание, которые широко используются из-за их простоты, но они часто не способны уловить сложные нелинейные зависимости. ARIMA – это статистический подход прогнозирования временных рядов, состоит из трёх основных компонентов это:

-авторегрессия использует прошлые значения для прогноза текущих;

-интегрирование применяет разности для стабилизации ряда;

-скользящая средняя использует прошлые ошибки для увеличения точности при расчётах [7].

Такой метод позволяет получать точные прогнозы при условии, что временной ряд показывает стабильное поведение, но не учитываются нелинейные данные. Экспоненциальное сглаживание – это метод аналогичный ARIMA, но основывается на использовании внешней суммы прошлых наблюдений. Свежие данные получают больший вес, а вклад старых экспоненциально уменьшается. Однако такой метод не способен учитывать долгосрочные изменения тенденций и сложные паттерны данных [7].

Современные методы анализа информации благодаря методам машинного обучения и типов нейронных сетей, позволяют моделировать сложные нелинейные зависимости и адаптироваться к изменяющимся данным. Рассмотрим такие алгоритмы как:

– случайный лес (Random Forest) является ансамблевым методом, т.е строит множество деревьев, обучаемых на случайных подборках, а итоговый результат получается путём усреднения отдельных деревьев;

– градиент бустинг (XGBoosting) строит модель последовательно, где каждая следующая базовая модель корректирует ошибки предыдущей;

– методы опорных векторов (SVM) создают оптимальную гиперплоскость в пространстве признаков, минимизируя ошибки предсказания;

– метод ближайших соседей (k-NN) оценивает значение целевой переменной для нового объекта на средних значениях его соседей в обучающем наборе;

а также архитектуры нейронных сетей:

– многослойный персептрон (MLP) состоит из входного слоя, одного или нескольких скрытых слоёв и выходного слоя, где каждый нейрон использует функцию активации для нелинейного преобразования;

– рекуррентные нейронные сети (RNN) отличается наличием обратных связей, которые учитывают информацию о предыдущих состояниях. На длинных последовательностях затухается.;

– LSTM (долгосрочная краткосрочная память) улучшенная модель RNN для эффективной работы с длинными последовательностями;

– сверточные нейронные сети (CNN) применяются для выделения локальных особенностей в временных рядах, используя одномерные свёрточные фильтры [4-5].

Для оценки качества прогнозирования будем использоваться стандартные метрики, такие как:

– среднеквадратичная ошибка (MSE). Используется для оценки производительности регрессионных моделей, чем ниже MSE, тем лучше модель подходит к анализируемым данным. Также по её значениям можно определить, какие именно признаки влияют на точность предсказания.

$$\mathrm{MSE} = \frac{1}{\mathrm{N}}\sum_{\mathrm{m}=1}^{\mathrm{N}}(\mathrm{P_m} - \mathrm{P'_m})^2; \quad (1)$$

– корень из среднеквадратичной ошибки (RMSE). Применяется для определения отклонения от реальных результатов, чем меньше значение тем более точный результат.

$$\mathrm{RSME} = \sqrt{\frac{1}{\mathrm{N}}\sum_{\mathrm{m}=1}^{\mathrm{N}}(\mathrm{P_m} - \mathrm{P'_m})^2}; \quad (2)$$

– средняя абсолютная ошибка (MAE). Показывает среднюю абсолютную разницу между прогнозируемыми и фактическими данными

$$\mathrm{MAE} = \frac{1}{\mathrm{N}}\sum_{\mathrm{m}=1}^{\mathrm{N}}|\mathrm{P_m} - \mathrm{P'_m}|; \quad (3)$$

– средняя по модулю ошибка в процентах (MAPE). Позволяет сравнивать модели независимо от единиц измерения, а также показывает насколько предсказание отклоняется в процентном соотношении.

$$\mathrm{MAPE} = \frac{1}{\mathrm{N}}\sum_{\mathrm{m}=1}^{\mathrm{N}}\left|\frac{\mathrm{P_m} - \mathrm{P'_m}}{\mathrm{P_m}}\right| * 100; \quad (4)$$

– коэффициент детерминации (R^2). Помогает определить и оценить, какую долю дисперсии зависимой переменной объясняет модель, т.е отражает меру качества регрессионной модели. Значение варьируется от нуля до одного, где значение близкое к единице, указывает на высокую степень соответствия данных модели.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{m=1}^{N}(P_m - P'_m)^2}{\sum_{m=1}^{N}(P_m - \overline{P})^2}; \quad (5)$$

где N – число часов в выборке; P'_m –значение прогноза мощности в m-й час; P_m – фактическое значение m-й час. В процессе анализа множества интернет-ресурсов нами была составлена сравнительная таблица опирающаяся на вышепредложенные расчётные формулы [6].

Таблица 1. Сравнительная характеристика качества прогнозирования энергопотребления.

Модель	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R^2
Методы машинного обучения					
Случайный лес (Random Forest)	150.2	12.32	9.83	7.5%	0.92
Градиент бустинг (XGBoosting)	145.0	12.04	9.10	6.5%	0.93
Методы опорных векторов (SVM)	170.0	13.04	10.20	8.5%	0.90
Метод ближайших (k-NN)	180.0	13.42	10.50	9.0%	0.88
Нейронные сети					
Многослойный персептрон (MLP)	142.0	11.92	8.98	8.3%	0.94
Рекуррентные нейронные сети (RNN)	140.0	11.83	8.80	8.0%	0.94
LSTM (Долгосрочная краткосрочная память)	138.0	11.75	8.70	7.8%	0.95
Сверточные нейронные сети (CNN)	139.0	11.79	8.72	7.9%	0.95
Традиционные методы					
ARIMA	160.0	12.65	9.50	10.3%	0.89
Экспоненциальное сглаживание	165.0	12.85	9.70	11.2%	0.88

Исходя из проведённого анализа видно, что методы искусственного интеллекта обладают значительными потенциалами для повышения точности прогнозирования энергопотребления. Это является важным фактором для оптимизации энергосистем. Традиционные методы по итогу не способны учитывать сложные нелинейные зависимости в настоящих реалиях. Методы

машинного обучения, такие как случайный лес (Random Forest) и градиент бустинг (XGBoosting), показывают лучшие результаты, однако их эффективность максимально раскрывается при корректном подборе гиперпараметров и предварительной обработке данных. А типы нейронных сетей, особенно архитектуры LSTM (Долгосрочная краткосрочная память) и сверточные нейронные сети (CNN), достигают высокой точности за счет возможности моделирования как краткосрочных, так и долгосрочных зависимостей, что является важным паттерном для высокой изменчивости и сезонности. В итоге применение моделей машинного обучения и нейронных сетей для прогнозирования энергопотребления показывает перспективные возможности способные внести значительный вклад в развитие интеллектуальных систем управления энергоресурсов, а также снизить затраты и повысить надёжность энергоснабжения [5].

Источники

1. Открытый курс машинного обучения Тема 5 Композиции: бэггинг, случайный лес [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/companies/ods/articles/324402/ (дата обращения: 30.03.24).
2. Елистратова Е., Лунев К. Градиентный бустинг [Электронный ресурс]. URL: https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/gradientnyj-busting (дата обращения: 30.03.24).
3. Метод опорных векторов [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/companies/ods/articles/484148/ (дата обращения: 30.03.24).
4. Норкин Д. Метрические методы [Электронный ресурс]. URL: https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/metricheskiye-metody (дата обращения: 31.03.24).
5. Головко В.А. Краснопрошин В.В. Нейросетевые технологии обработки данных // учеб. пособие. 2017. С. 9-264 (дата обращения: 29.03.24).
6. Kluev R.V., Morgoeva A.D., Gavrina O.A., Bosikov I.I., Morgoev I.D. Forecasting planned electricity consumption for the united power system using machine learning [Электронный ресурс]. URL: https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/16185/ (дата обращения: 31.04.24).
7. Волков Н. Модели вида ARIMA [Электронный ресурс]. URL: https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/modeli-vida-arima (дата обращения: 29.03.24).

УДК 004.853

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОЛОРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Полевода Михаил Алексеевич, Лёзина Ирина Викторовна
Самарский университет им. Королева, г. Самара, Россия
mihail.polevoda@gmail.com

Аннотация. В статье предложен метод решения задачи колоризации черно-белых изображений с использованием свёрточной нейронной сети. Также в статье рассматривается способ обучения нейронной сети, детали архитектуры и подготовки данных для обучения. Для реализации свёрточной нейронной сети использовался язык программирования Python вместе с фреймворком PyTorch, также использовались библиотеки numpy для работы с тензорами, scikit-image и pillow для работы с изображениями. Предоставлен результат работы обученной нейронной сети.

Ключевые слова: колоризация, свёрточная нейронная сеть, Python, PyTorch.

RESEARCH ON THE APPLICATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR IMAGE COLORIZATION

Polevoda Mikhail Alekseevich, Lyozina Irina Viktorovna
Samara National Research University, Samara, Russia
mihail.polevoda@gmail.com

Abstract. This paper proposes a method for solving the problem of colorizing black-and-white images using a convolutional neural network. The study also describes the training process of the neural network, details of its architecture, and data preparation for training. The convolutional neural network is implemeneted by using the Python programming language along with the PyTorch framework. Additionally, the numpy library was used for tensor operations, while scikit-image and Pillow were used for image processing. The article presents the results of the tests with trained neural network.

Keywords: colorization, convolutional neural network, Python, PyTorch.

Долгое время процесс колоризации черно-белых изображений выполнялся вручную, что требовало значительных временных затрат. Позднее для обработки видеоматериалов стали применять полуавтоматические методы: отдельные кадры раскрашивались вручную, после чего компьютерные алгоритмы переносили цвет на соседние кадры [1].

Использование нейронных сетей для автоматической колоризации изображений может существенно сократить время обработки. В данном исследовании разработана модель нейронной сети на основе сверточной архитектуры U-Net.

U-Net изначально была предложена для сегментации изображений, однако ее структура подходит и для задачи колоризации, поскольку входные и выходные данные представляют собой тензоры одинаковой размерности [2].

Разрабатываемая модель включает несколько последовательных этапов обработки:

- слои, понижающие разрешение исходного изображения;
- слои, вычисляющие признаки и их корреляции;
- слои, восстанавливающие исходное разрешение изображения.

Каждый из этих этапов состоит из наборов слоев, включающих сверточные или транспонированные сверточные операции, функции активации и пакетную нормализацию [3].

В модели применяются функции активации ReLU и Tanh, обеспечивающие нелинейность представлений на каждом уровне. Пакетная нормализация используется для устранения смещения диапазона значений внутри слоев, что особенно важно при обработке изображений, поскольку их цветовые характеристики строго определяются используемым цветовым пространством. Из-за чего пакетная нормализация улучшает стабильность обучения и качество предсказаний, а также практически не снижает скорость вычислений на GPU.

Для цветового представления изображений выбрано пространство CIE-Lab [4]. Данное цветовое пространство обладает рядом преимуществ:

- наличие отдельного канала для яркости (L), что позволяет подавать на вход модели тензор меньшей размерности и предсказывать только цветовые компоненты;
- нормализованные цветовые каналы (a и b), значения которых лежат в диапазоне $[-1; 1]$, что упрощает регуляризацию и стабилизирует процесс обучения.

Кроме того, итоговое цветное изображение формируется путем объединения оригинального серого канала L с предсказанными каналами a и b.

В слоях понижения разрешения применяется свертка с шагом, уменьшающим размер изображения в два раза. В слоях, не изменяющих разрешение, используется свертка с добавлением пикселей по краям для сохранения исходных размеров. В слоях восстановления разрешения применяется транспонированная свертка, выполняющая операцию, обратную обычной свертке, что позволяет восстановить исходное разрешение изображения [5].

Слои объединяются в блоки: блоки понижения и повышения разрешения чередуются со сверточными блоками, которые не меняют разрешения изображения, а в центральной части сети расположен расширенный сверточный блок для вычисления признаков. Таким образом, архитектура модели включает три ключевых этапа: уменьшение разрешения, выделение признаков и восстановление разрешения. Для предотвращения переобучения на каждом из этапов применяется регуляризация dropout. Архитектура нейронной сети изображена на рисунке 1.

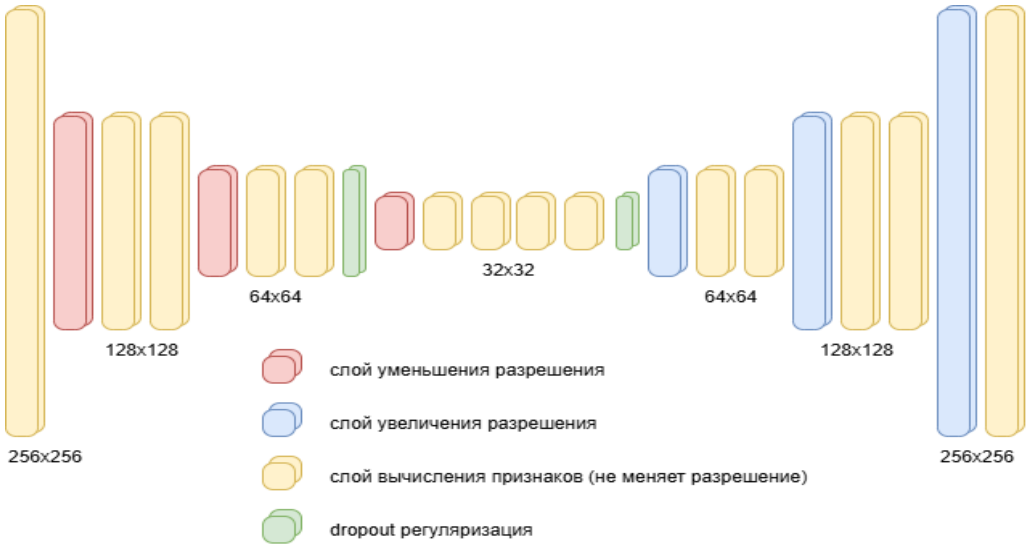


Рис. 1. Архитектура нейронной сети

Для обучения модели был выбран набор данных Food101, содержащий размеченные изображения различных блюд. На первом этапе обучения использовались только изображения пиццы. Для применения Food101 в задаче колоризации изображения были очищены от разметки, переведены в цветовое пространство CIE-Lab и разделены на два тензора: X (размерностью 256×256×1), содержащий изображение в оттенках серого, и Y (256×256×2), содержащий цветовые компоненты.

В процессе обучения нейросеть принимает на вход тензор X и предсказывает цветовые компоненты, которые затем сравниваются с эталонными значениями Y. В качестве функции ошибки используется среднеквадратичная ошибка (mean squared error, MSE), так как она демонстрирует высокую эффективность при решении задачи колоризации, если не учитывать методы с использованием встроенных нейросетей-оценщиков [6].

Для оптимизации модели выбран алгоритм Adam, который обеспечивает надежную и быструю сходимость за счет адаптивного подбора скоростей обучения для каждого параметра.

В ходе исследования получены результаты колоризации, изображенные на рисунках 2 и 3. В левой части изображен оригинал, в правой результат работы модели.

Рис. 2. Демонстрационный результат 1

Рис. 3. Демонстрационный результат 2

По результатам тестирования модели на тестовом наборе данных из 250 изображений, средняя ошибка по критерию MSE составила приблизительно 0.0159.

Разработанная модель продемонстрировала способность успешно восстанавливать цветовую информацию, что подтверждает применимость нейросетей для автоматической колоризации черно-белых изображений. Однако, анализ результатов работы модели показывает, что предсказанные цвета имеют тенденцию к смещению в желто-коричневый спектр.

Вероятной причиной такого поведения является распределение цветовой гаммы в обучающем наборе данных, где данные оттенки преобладают. Это хорошо заметно на следующем примере, изображенном на рисунке 4. Хорошо видно, что рубашка потеряла синий оттенок после окрашивания.

Рис. 4. Демонстрационный результат 3

Источники

1. Wikipedia Колоризация [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Колоризация (дата обращения: 10.03.2025).
2. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation [Электронный ресурс]. URL: https://arxiv.org/abs/1505.04597 (дата обращения: 10.03.2025).
3. Batch Normalization Accelerating Deep Network [Электронный ресурс]. URL: https://arxiv.org/abs/1502.03167 (дата обращения: 10.03.2025).
4. CIELAB color space [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/CIELAB_color_space (дата обращения: 10.03.2025).
5. Deconvolutional Networks [Электронный ресурс]. URL: https://www.matthewzeiler.com/mattzeiler/deconvolutionalnetworks.pdf (дата обращения: 10.03.2025).
6. Analysis of Different Losses for Deep Learning Image Colorization [Электронный ресурс]. URL: https://arxiv.org/abs/2204.02980 (дата обращения: 10.03.2025).

УДК 159.923

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ РАБОТЫ С ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМ СТРЕССОМ

Полякова Ольга Борисовна
Центр психологии развития, г. Москва, Россия
pob-70@mail.ru

Аннотация. Мета-анализ 10 статей Scopus 2024 дал возможность рассмотреть искусственный интеллект в психологической практике работы с посттравматическим стрессом (автоматизированную модель обнаружения биомаркеров, голосового виртуального тренера, модели глубокого обучения, мультимодальную стохастическую модель, объяснимую модель искусственного интеллекта, сценарии виртуальной реальности, умные часы, цифровую программу отражения движениями глаз стресса в виртуальной реальности).

Ключевые слова: интеллект, искусственный интеллект, психологическая практика, стресс, посттравматический стресс.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PSYCHOLOGICAL PRACTICE OF WORKING WITH POST-TRAUMATIC STRESS

Polyakova Olga Borisovna
Center for Developmental Psychology, Moscow, Russia
pob-70@mail.ru

Abstract. A meta-analysis of 10 Scopus 2024 articles provided an opportunity to consider artificial intelligence in psychological practice of working with post-traumatic stress (automated model for detecting biomarkers, voice virtual coach, deep learning models, multimodal stochastic model, explainable artificial intelligence model, virtual reality scenarios, smart watches, digital program for reflecting stress by eye movements in virtual reality).

Keywords: intelligence, artificial intelligence, psychological practice, stress, post-traumatic stress.

Актуальность исследования искусственного интеллекта (ИИ) в психологической практике работы с посттравматическим стрессом подтверждается двумя важными датами [1]: в 2019 г. американские инженеры в сфере ИИ разработали программу, помогающую по голосу с точностью до 89% выявить посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) – технологию анализа речи, разбирающую произнесенные слова в сочетании с частотой, ритмом, тоном и артикуляционными характеристиками речи [2]; а в 2022 г.

канадские ученые из Альбертского университета научили алгоритмы ИИ диагностировать ПТСР по тексту автора с точностью до 80% (в будущем алгоритм можно будет применять в качестве диагностического средства для телемедицины) [3].

Осуществлен мета-анализ 10 статей Scopus 2024 на платформе Science Direct.

Изучение сна (С), физической активности (ФА) и панических атак (ПА) с использованием умных часов, глубокого обучения и объяснимой модели ИИ [4] показало, что у 114 пациентов с паническим расстройством (ПР) из одной больницы общего профиля 7-дневная точность прогнозов для ПР, ситуативной тревожности (СТ), личностной тревожности (ЛТ) и тяжести ПР составила 92,8%, 83,6%, 87,2% и 75,6% по модели ИИ. ПА снижались при среднесуточной частоте сердечных сокращений (СС) 72-87 уд/мин; максимальной частоте СС 100-145 уд/мин; частоте СС в состоянии покоя 55-60 уд/мин; ежедневном подъеме более чем на 9 этажей; общей продолжительности С от 6 ч 23 мин до 10 ч 50 мин; глубоком С >50 мин; продолжительности бодрствования <53 мин. Рецидивы ПА и тревожности, предсказываемые глубоким обучением с точностью 75,6-92,8%, снижаются при адекватном ежедневном С и ФА.

Исследование цифровых вмешательств (ЦВ) в борьбу со стрессом (С) среди медицинских работников первой линии [5] свидетельствует об эффективности использования ЦВ, включающих сценарий виртуальной реальности (ВР) и образовательное видео, для изучения дистресса (ДС) среди 15 работников здравоохранения во время пандемии COVID-19 и использования мобильного приложения для продольного мониторинга С, ДС и морального вреда (МВ) после ЦВ в течение 8 недель. Средние оценки до и после ЦВ составили соответственно 10,4 (SD=9,9) и 13,5 (SD=9,1) для шкалы результатов морального вреда (ШРМВ) и 17,3 (SD=7,5) и 19,1 (SD=8,1) для шкалы воспринимаемого стресса (ШВС). Статистический анализ не выявил существенной разницы в показателях ШРМВ и ШВС до и после вмешательства (p=0,11 и p=0,22 соответственно), значит, эксперимент с предъявлением морально сложных ситуаций не вызвал острого значительного С или ДС. Контент-анализ выявил чувства вины, стыда и предательства, связанные с опытом ДС. На основе результатов опросника присутствия Igroup сценарий ВР достиг выше среднего уровня общего и пространственного присутствия и вовлеченности и ниже среднего реализма.

Описание эффективности ЦВ в психическое здоровье при симптомах посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) [6] указывает на облегчение симптомов ПТСР посредством ЦВ на основе когнитивно-поведенческой терапии (КПТ). Доказана клиническая полезность ЦВ для управления симптомами ПТСР, особенно при использовании методов ЦВ на основе КПТ.

Рассмотрение консультанта с ИИ, прошедшего обучение решения проблем (РП), для взрослых с эмоциональным стрессом (ЭС) [7] связано с разработкой голосовой виртуальный тренер по имени Lumen для РП с целью повышения когнитивного контроля и снижения депрессии и тревожности 200 участников в течение 18 недель. Предложен инструментарий для улучшения охвата и воздействия психотерапии для людей с депрессией и/или тревогой.

Использование ВР в лечении психических расстройств (ПР) (фобий и ПТСР) [8] опиралось на аналитические, сравнительные и систематизационные методы. КПТ и экспозиционная терапия – основные методы лечения ПР. Использование ВР в лечении ПР, включая фобии и ПТСР, открывает новые возможности для безопасного и эффективного воздействия стрессовых стимулов. Преимущества использования ВР в лечении ПР включают безопасное воздействие, индивидуальный подход к лечению и возможность создания реалистичных симуляций стрессовых ситуаций. Использование ВР в лечении фобий позволяет пациентам постепенно привыкать к фобическим стимулам и изменять свое негативное восприятие и реакцию на них. Использование ВР в лечении ПТСР позволяет применять экспозицию, постепенную десенсибилизацию, КПТ, терапевтическое восстановление, медитацию и релаксацию, для облегчения ПР и улучшения качества жизни.

Техническая разработка и функциональное тестирование автономной цифровой программы дополнительного ЦВ для лечения тревожных расстройств (ТР) [9] указывают на компоненты ЦВ: определение соответствующих соавторов и поставщиков; консультация с экспертом по электронному обучению для разработки раскадровки и сопутствующей графики и повествования; производство и редактирование видео; интерактивное программирование. 52 пациентах, проходящих лечение алкогольной зависимости (АЗ) с сопутствующим ТР прошли 3 час. сегмента ЦВ, оценили пользовательский опыт в верхних (благоприятных) 20% шкал ответов. 80% освоили функциональные навыки и информацию ЦВ.

Стохастические мультимодальные преобразователи (мультимодальная стохастическая модель Transformer (ММСМ) для выявления ПТСР с использованием видео [10] включают комбинацию низкоуровневых признаков, извлеченных с использованием 3 модальностей, включая коэффициенты кепстральной частоты Mel, извлеченные из аудиозаписей, единицы лицевого действия, полученные из выражений лица, и текстовые данные, полученные из аудиотранскрипции. ММСМ продемонстрировала эффективность в обнаружении ПТСР, показав впечатляющую среднеквадратичную ошибку 1,98 и коэффициент корреляции согласованности 0,722.

Оценка стресса (ОС) за последний месяц с помощью разработанной автоматизированной модели обнаружения биомаркеров в записанных веб-камерой

выражениях лица [11] также включала компьютерное зрение, ИИ и методы машинного обучения. Пульсации кожи, вызванные частотой сердечных сокращений, и активность лицевых мышц были извлечены из видео 264 участников, прошедших онлайн-тест на умственные способности в условиях значительного дефицита времени. Затем модель использована для объективной ОС 63 кандидатов в армию (до найма) и 69 военнослужащих (после найма), прошедших тест на умственные способности. Военнослужащие демонстрировали мимику, указывающую на высокий стресса, чем кандидаты на военную службу.

Прогнозирование риска неблагоприятных событий у пациентов с коморбидным ПТСР и алкогольным расстройством (АР) с использованием электронных медицинских карт с использованием моделей глубокого обучения [12] осуществлено с опорой на DeepBiomarker2, обновленную версию модели глубокого обучения для прогнозирования неблагоприятных событий среди 5565 пациентов из Медицинского центра Университета Питтсбурга с коморбидным ПТСР и АР, группой высокого риска. DeepBiomarker2 достиг площади под кривой оператора-получателя 0,94 при прогнозировании неблагоприятных событий среди пациентов с ПТСР+РСУА. КПТ и психотерапия, ориентированная на травмы, снизили риск.

Характеристика отражения движениями глаз стресса в ВР [13] связана с некоторыми средами ВР, вызывающими страх высоты, в ответ на который возникает стресс и изменяется окуломоторная активность. 30 испытуемых, страдающих от страха высоты, прошли батарею тестов, и их окуломоторная активность была измерена с помощью отслеживания взгляда. Затем испытуемых пригласили пройтись по 80-му этажу и вывели на деревянную палубу над оживленным городом в ВР. После этой стрессовой ситуации их окуломоторная активность была измерена снова. Различия наблюдались в количестве фиксаций на первых 3 нейтральных фотографиях до и после погружения в ВР (=-2,192, p=0,028). Затем количество фиксаций оценивалось на областях интереса, соответствующих областям на фотографиях, где человек потенциально может упасть. Выявлены различия в количестве фиксаций после просмотра первых 3 пар фотографий (Z=-4,654, p=0,00). Наблюдались различия в размере зрачка при просмотре стрессогенных фотографий до и после воздействия стресса в ВР (Z=3,651, p=0,00).

Источники

1. Полякова О.Б., Бонкало Т.И. Особенности эмоциональных проявлений профессиональных деформаций (выгорания) работников здравоохранения в постковидный период // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2024. Т. 32. № S2. С. 1154-1159.

2. Полякова О.Б., Бонкало Т.И. Психология посттравматического стресса. М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2023. 292 с.

3. Polyakova O.B., Bonkalo T.I. The specificity of the vitality of health care workers with professional deformations // Health Care of the Russian Federation. 2022. No. 66(1). P. 67-75.

4. Tsai C.H., Christian M., Kuo Y.Y., Lu C.C. [et al.] Sleep, physical activity and panic attacks: A two-year prospective cohort study using smart watches, deep learning and an explainable artificial intelligence model // Sleep Medicine. 2024. No. 114. P. 55-63.

5. Espinola C.W., Nguyen B., Torres A., Eng M. [et al.] Digital Interventions for Stress Among Frontline Health Care Workers: Results From a Pilot Feasibility Cohort Trial // JMIR Serious Games. 2024. No. 12. P. 42813.

6. Tng G.Y.Q., Koh J., Soh X.C., Majeed N.M. [et al.] Efficacy of digital mental health interventions for PTSD symptoms: A systematic review of meta-analyses // Journal of Affective Disorders. 2024. No. 357. P. 23-36.

7. Ronneberg C.R., Lv N., Ajilore O.A., Kannampallil T. [et al.] Study of a PST-trained voice-enabled artificial intelligence counselor for adults with emotional distress (SPEAC-2): Design and methods // Contemporary Clinical Trials. 2024. No. 142. P. 107574.

8. Spytska L. The use of virtual reality in the treatment of mental disorders such as phobias and post-traumatic stress disorder // SSM – Mental Health. 2024. No. 6. P. 100351.

9. Rinehart L.M., Anker J., Unruh A., Degeneffe N. [et al.] Supplemental Intervention for Alcohol Use Disorder Treatment Patients With a Co-Occurring Anxiety Disorder: Technical Development and Functional Testing of an Autonomous Digital Program // JMIR Formative Research. 2024. No. 8. P. 62995.

10. Dia M., Khodabandelou G., Othmani A. Paying attention to uncertainty: A stochastic multimodal transformers for post-traumatic stress disorder detection using video // Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2024. No. 257. P. 108439.

11. Naber M., Houben S.I.M., Brouwer A.M. Assessing last month's stress levels with an automated facial behavior scan // Acta Psychologica. 2024. No. 251. P. 104645.

12. Miranda O., Fan P., Qi X., Wang H. [et al.] Prediction of adverse events risk in patients with comorbid post-traumatic stress disorder and alcohol use disorder using electronic medical records by deep learning models // Drug and Alcohol Dependence. 2024. No. 255. P. 111066.

13. Rogoleva Y., Strelnikov S., Kovalev A. Eye movements reflect stress in virtual reality: post-analysis // Procedia Computer Science. 2024. No. 246. P. 3437-3446.

УДК 004.032.26

ПРОВЕДЕНИЕ РАСЧЕТОВ ПРОСТЕЙШЕЙ СТЕРЖНЕВОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ РАЗРАБОТАННОЙ НЕЙРОСЕТИ

Попова Марина Владиславовна, Терентьев Кирилл Михайлович
ФГБОУ ВлГУ, г. Владимир, Россия
popovamv@bk.ru

Аннотация. Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения находят всё более широкое применение в строительстве, включая проектирование и расчёт несущих конструкций. В частности, нейросетевые модели могут использоваться для анализа и оптимизации ферм – одних из ключевых элементов строительных конструкций. В данной статье рассматривается применение нейросетей для построения простейшей фермы, анализируется эффективность этого подхода по сравнению с традиционными методами расчёта, такими как метод конечных элементов (МКЭ).

Ключевые слова: модель, нейросети, простейшая ферма, искусственный интеллект.

CALCULATIONS OF THE SIMPLEST ROD SYSTEM USING THE DEVELOPED NEURAL NETWORK

Popova Marina Vladislavovna, Terentyev Kirill Mikhailovich
VlSU, Vladimir, Russia
popovamv@bk.ru

Abstract. Modern artificial intelligence (AI) and machine learning technologies are increasingly used in construction, including the design and analysis of load-bearing structures. In particular, neural network models can be used to analyze and optimize trusses – one of the key elements of building structures such as the finite element method (FEA).

Key words: model, neural networks, simplest farm, artificial intelligence.

Расчёт строительных конструкций традиционно выполняется с использованием аналитических методов или численных подходов, таких как метод конечных элементов. Эти методы обладают высокой точностью, но требуют значительных вычислительных ресурсов. В частности, для расчёта ферм необходимо учитывать геометрию, нагрузки, граничные условия и материал элементов конструкции, что делает процесс вычислительно затратным [1, 2].

Нейросетевые модели способны анализировать сложные взаимосвязи между входными параметрами и выходными результатами, используя данные из предыдущих расчётов. Обученные нейросети могут выполнять расчёты

значительно быстрее, чем традиционные методы, что делает их особенно полезными на этапах предварительного проектирования. Основные преимущества использования нейросетей в расчёте ферм: высокая скорость вычислений; возможность обобщения на новые конструкции; снижение требований к вычислительным ресурсам при расчётах после обучения модели [3-7].

Для построения модели используется многослойная нейронная сеть, принимающая на входе следующие параметры: геометрия фермы (количество узлов, длины элементов); типы закреплений и соединений; величины приложенных нагрузок. Выходные данные нейросети представляют собой рассчитанные внутренние усилия в стержнях фермы.

Обучение нейросети проходило в несколько этапов, используя метод обратного распространения ошибки и градиентный спуск для оптимизации весов. Для обучения использовались расчёты методом конечных элементов в ЛИРА-СОФТ 10.12.

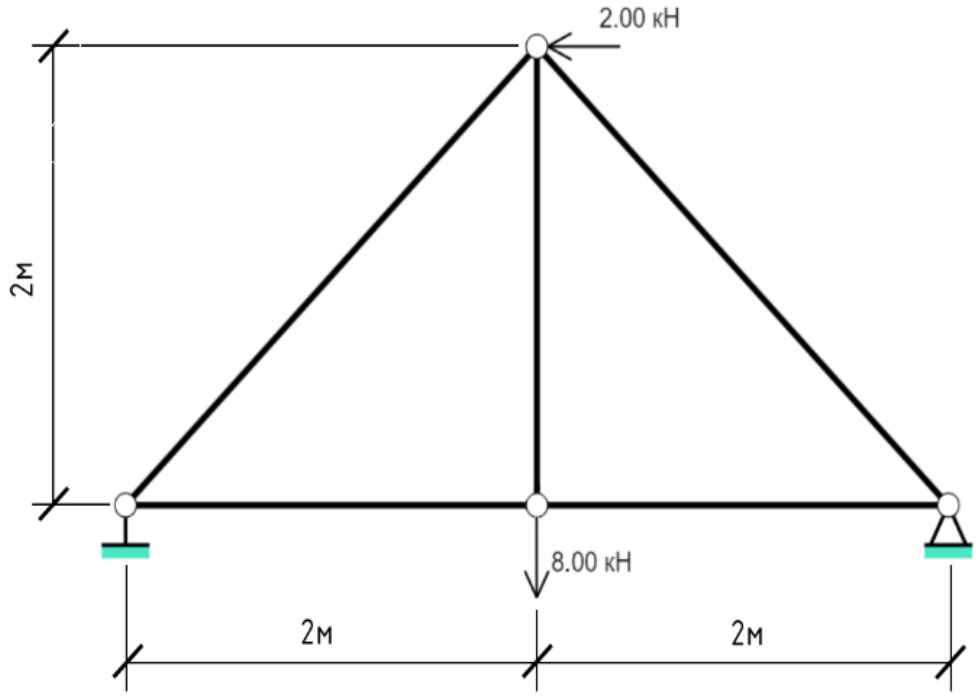


Рис. 1. Геометрия простейшей фермы

Данные включали: геометрические параметры различных конфигураций ферм, случайные сочетания нагрузок (распределённые и сосредоточенные силы), вычисленные усилия, перемещения узлов и реакции опор. В результате был сформирован датасет из нескольких тысяч вариантов расчётных схем с соответствующими выходными значениями. Обучение проходило на 80% данных, оставшиеся 20% использовались для тестирования. В процессе обучения были выбраны параметры и настройки нейросети представленные в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики нейросети

Параметры нейросети:	Настройки нейросети
Архитектура: 3 скрытых слоя (128, 64 и 32 нейрона).	1. Размер батча: 32.
Функция активации: ReLU на скрытых слоях, линейная на выходном.	2. Количество эпох: 1000.
Оптимизатор: Adam.	3. Мониторинг ошибки на валидационной выборке.
Функция потерь: среднеквадратичная ошибка (MSE).	4. Метод ранней остановки для предотвращения переобучения.

Модель тестировалась на независимых расчётных схемах, не входивших в обучающий набор. Для проверки точности предсказаний: в ходе расчёта были получены результаты, представленные на рис. 2, 3 и в табл. 2.

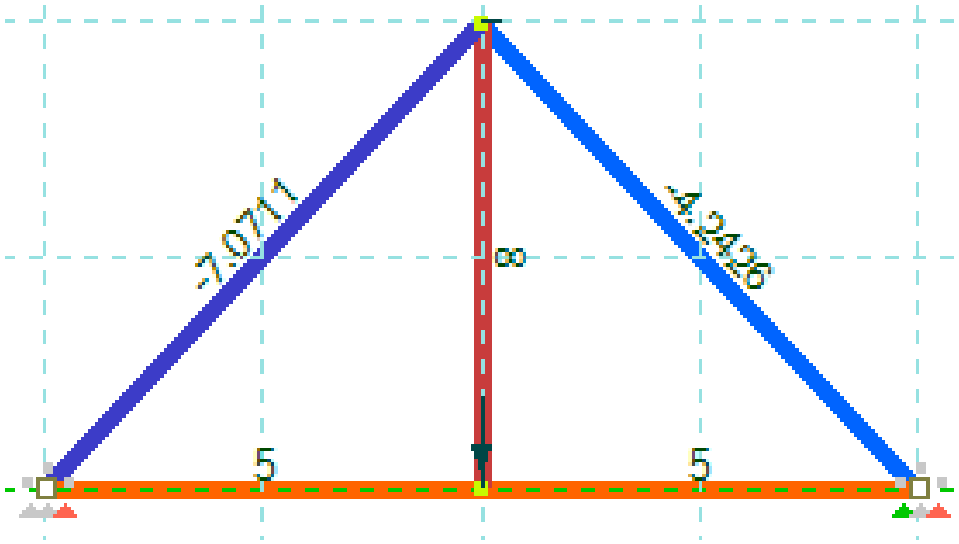


Рис. 2. Схема №1. Расчёт в Lira Soft 10.12

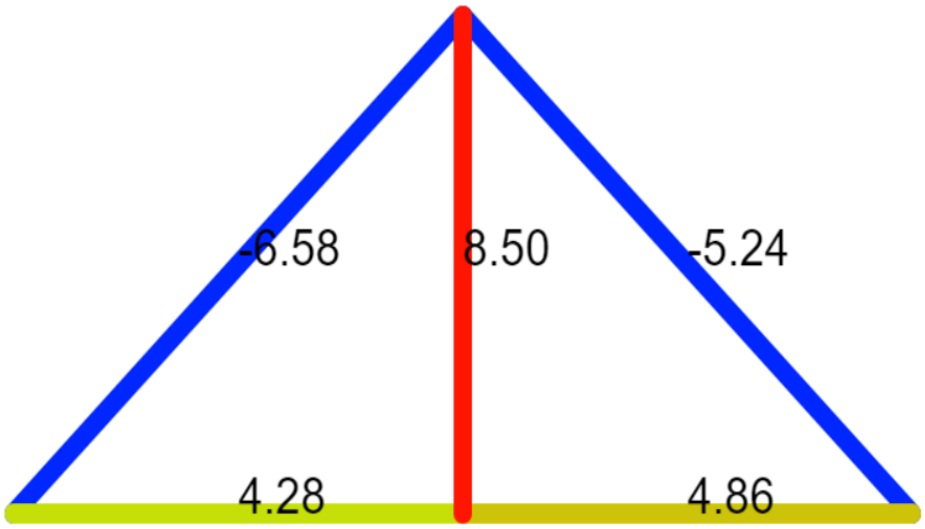


Рис. 3. Схема №1. Расчет ИИ

Таблица 2. Сравнение показателей, полученных от расчета методом конечных элементов и расчета ИИ

Показатели		Расчетная ферма
Среднее время расчёта, сек.	МКЭ	0,104
	ИИ	0,004
Минимальное отклонение, %		0,28
Максимальное отклонение, %		100
Среднее отклонение, %		31,57
Среднеквадратичное отклонение, %		30,86
Отклонение максимальных растягивающих усилий, %		3,3
Отклонение максимальных сжимающих усилий, %		0,32

Предсказанные усилия сравнивались с результатами МКЭ.

Эксперименты показали, что нейросетевые модели могут с высокой точностью аппроксимировать результаты метода конечных элементов при существенно меньших затратах времени на вычисления. Средняя ошибка предсказаний составила 15–20% по сравнению с МКЭ, что делает данный метод на сегодняшний день применимым для предварительных расчётов.

Применение нейросетей в расчёте строительных конструкций, включая фермы, является перспективным направлением. Несмотря на наличие погрешностей, метод нейронных сетей может использоваться на этапах предварительного проектирования, а также в сочетании с классическими методами для повышения эффективности расчётов [8-10]. Дальнейшие исследования направлены на улучшение точности предсказаний за счёт увеличения объёма обучающих данных и оптимизации архитектуры нейросети.

Работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема FZUN-2024-0004, госзадание ВлГУ).

Источники

1. Barbara Schiavi, Vincent Havard, Karim Beddiar, David Baudry, BIM data flow architecture with AR/VR technologies: Use cases in architecture, engineering and construction,Automation in Construction,Volume 134,2022,104054,ISSN 0926-5805, https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104054.

2. ames O. Toyin, Anoop Sattineni, Eric M. Wetzel, Ayodele A. Fasoyinu, Jeff Kim,Augmented reality in U.S. Construction: Trends and future directions, Automation in Construction,Volume 170,2025,105895,ISSN 0926-5805, https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105895.

3. Разяпов, Р. В. Применение методов дополненной реальности в строительстве /Р. В. Разяпов //Экономика строительства. – 2021. – № 05 (71).

4. Дорохов, Д. С. Взаимодействие технологий информационного моделирования с возможностями виртуальной и дополненной реальности / Д. С. Дорохов, И. И. Овчинников // Вестник Евразийской науки. 2022. Т 14. № 3. URL: https://esj.today/PDF/52SAVN322.pdf (дата обращения: 06.05.2023).

5. Негодин В.А. Использование технологии дополненной реальности в строительстве // Форум молодых ученых. 2019. №8(36). С. 198-200.

6. Петренко, Т.Н. Дополненная реальность в строительстве / Т. Н. Петренко //Развитие города глазами студентов: Сборник материалов XIV студенческой региональной научно-практической конференции, Москва, 25 апреля 2019 года. Москва: Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», 2019. С. 29.

7. Шматова, В.К. Дополненная реальность в строительстве / В.К. Шматова //Молодежь XXI века: образование, наука, инновации: Материалы VIII Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. Новосибирск: Новосибирский государственный педагогический университет, 2019. С. 23–24.

8. Исследование жизненного цикла деревянных покрытий зданий текстильной промышленности / С. И. Рощина, А. В. Лукина, Б. Е. Нармания [и др.] // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2024. №4(412). С. 201-208. DOI 10.47367/0021-3497_2024_4_201.

9. Прочностные характеристики полимерных композиционных материалов для строительных конструкций / М. С. Лисятников, Д. А. Чибрикин, Е. С. Прусов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2025. № 2(794). С. 139-150. DOI 10.32683/0536-1052-2025-794-2-139-150.

10. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023621707 Российская Федерация. Прочностные характеристики модифицированных композитных балок с учетом физической нелинейности: № 2023621472: заявл. 23.05.2023: опубл. 26.05.2023 / М. В. Лукин, Д. А. Чибрикин, М. С. Лисятников, С. И. Рощина; заявитель ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

УДК 004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И СОЦИАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ: НОВЫЕ МЕТОДЫ МАНИПУЛЯЦИИ

Пырнова Ольга Александровна, Абдулин Сергей Айдарович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
pyrnovao_99@mail.ru, abdulin.sa@kgeu.ru

Аннотация. В статье исследуется революционная трансформация методов социальной инженерии под влиянием технологий искусственного интеллекта. Анализируется переход от примитивных схем мошенничества к сложным персонализированным атакам, использующим генеративные нейросети, deepfake-технологии и адаптивные чат-боты. Особое внимание уделяется психологическим механизмам, позволяющим ИИ с высокой точностью определять уязвимости жертв и подбирать эффективные стратегии манипуляции. Рассматриваются ключевые риски, включая кризис цифрового доверия, новые формы информационных войн и значительные экономические потери. В заключении предлагается комплексный подход противодействия, сочетающий передовые технологии детекции, образовательные инициативы и регуляторные меры, а также обсуждаются перспективные направления развития систем цифровой безопасности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, социальная инженерия, цифровая манипуляция, deepfake, генеративные нейросети, информационная безопасность.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SOCIAL ENGINEERING: NEW METHODS OF MANIPULATION

Pyrnova Olga Aleksandrovna, Abdulin Sergey Aidarovich
KSPEU, Kazan, Россия
pyrnovao_99@mail.ru, abdulin.sa@kgeu.ru

Abstract. The article explores the revolutionary transformation of social engineering methods under the influence of artificial intelligence technologies. It analyzes the transition from primitive fraud schemes to complex personalized attacks using generative neural networks, deepfake technologies and adaptive chatbots. Particular attention is paid to the psychological mechanisms that allow AI to accurately identify victims' vulnerabilities and select effective manipulation strategies. Key risks are considered, including a crisis of digital trust, new forms of information warfare and significant economic losses. In conclusion, a comprehensive counteraction approach is proposed that combines advanced detection technologies, educational initiatives and regulatory measures, and promising areas for the development of digital security systems are discussed.

Keywords: artificial intelligence, social engineering, digital manipulation, deepfake, generative neural networks, information security.

В наши дни социальная инженерия переживает настоящую революцию, связанную с активным внедрением технологий искусственного интеллекта. На смену примитивным схемам вроде печально известных «нигерийских писем» или шаблонных телефонных атак пришли сложные системы, способные создавать персонализированные сценарии манипуляции в промышленных масштабах. Согласно исследованиям, применение генеративного ИИ в мошеннических схемах всего за год увеличило эффективность фишинговых атак почти на 40 %, что заставляет полностью пересмотреть традиционные подходы к информационной безопасности [1].

Современные языковые модели совершили настоящий переворот в методах социальной инженерии. Особую опасность представляет их способность анализировать цифровой след жертвы - например, изучая профили сотрудников в профессиональных соцсетях, злоумышленники могут создавать письма, идеально имитирующие стиль общения конкретных коллег. Подобные персонализированные атаки демонстрируют в разы более высокую эффективность по сравнению с традиционными шаблонными сообщениями, что делает их особенно опасными для неподготовленных пользователей.

Наиболее тревожным аспектом современных технологий манипуляции стала их способность к психологическому таргетированию. Искусственный интеллект научился с пугающей точностью определять психологические особенности человека по его цифровой активности, подбирая убедительные аргументы с учетом индивидуальных черт характера и когнитивных особенностей. Это превращает нейросети в своего рода цифровых психологов, способных вести тонкую игру на слабостях человеческого сознания. Еще более поразительных результатов достигли технологии синтеза мультимедийного контента [2]. Граница между реальным и сгенерированным контентом становится практически неразличимой даже для подготовленных специалистов. Известны случаи, когда мошенникам удавалось проворачивать многомиллионные аферы, используя синтетические видеообращения руководителей компаний. При этом системы воспроизводили не только внешнее сходство, но и уникальные речевые особенности, манеру держаться и даже характерные жесты конкретных людей, что делало подделку практически неуязвимой для обычных методов проверки.

Особую обеспокоенность вызывает стремительная демократизация опасных технологий. Сегодня даже неискушенный пользователь, воспользовавшись общедоступными сервисами, может создавать сверхреалистичные фальшивки, не обладая специальными знаниями. Эта «индустриализация обмана» вывела киберугрозы на принципиально новый уровень, сделав их поистине массовым явлением [3].

Современные диалоговые системы эволюционировали от примитивных скриптов до интеллектуальных собеседников, способных вести сложную

многоуровневую игру. Последние исследования показывают, что продвинутые чат-боты успешно применяют техники нейролингвистического программирования, тонко подстраиваясь под психологическое состояние собеседника. Они мастерски определяют момент, когда жертва наиболее уязвима, и именно тогда наносят решающий «удар», выуживая конфиденциальные данные.

Главная опасность новых поколений ботов кроется в их способности к адаптивному обучению. Анализируя такие тонкие параметры, как время реакции, стиль формулировок и эмоциональный тон ответов, система в реальном времени корректирует стратегию воздействия. Это превращает каждый диалог в уникальный психологический поединок, где искусственный интеллект получает несправедливое преимущество, используя против человека весь арсенал современных манипулятивных технологий.

К основным рискам такого феномена относятся:

1. Кризис доверия в цифровой экосистеме. Современные технологии искусственного интеллекта создали парадоксальную ситуацию, когда цифровая среда, призванная объединять людей, становится пространством тотального недоверия. Исследования показывают, что более двух третей пользователей испытывают серьезные затруднения при попытке отличить подлинный контент от искусственно созданного. Это порождает своеобразный «эффект цифрового цинизма» – состояние, при котором любая информация априори воспринимается как потенциально фальсифицированная. Особую опасность представляет подрыв доверия к официальным каналам коммуникации, что существенно затрудняет распространение жизненно важных сообщений в кризисных ситуациях;

2. Трансформация информационных войн. Возможности генеративного ИИ кардинально изменили ландшафт информационного противоборства. Современные технологии позволяют создавать персонализированные кампании влияния, адаптированные под культурные особенности, языковые нюансы и политический контекст конкретного региона. В ходе последних избирательных кампаний наблюдались случаи массового использования синтетических медиа, когда поддельные материалы создавались с учетом местных традиций и актуальной социальной повестки. Такие кампании отличаются не только масштабом, но и невиданной ранее точностью психологического воздействия.

3. Экономический коллапс цифровой безопасности. Финансовые последствия распространения ИИ-манипуляций приобретают характер глобальной угрозы. Эксперты отмечают экспоненциальный рост ущерба от мошеннических схем с использованием технологий глубокой подделки. Особенно тревожит стремительная профессионализация киберпреступников - от единичных атак они перешли к созданию целых индустрий цифрового мошенничества. Бизнес сталкивается с принципиально новыми вызовами, когда традиционные системы безопасности оказываются бессильными против атак,

использующих синтетические медиа и психологически выверенные сценарии социальной инженерии.

В свете стремительного развития технологий deepfake и генеративного ИИ традиционные методы верификации контента перестают быть эффективными. В связи с этим современные системы обнаружения синтетического контента переходят на качественно новый уровень защиты, используя многослойный аналитический подход. А именно[4]:

– Биометрический анализ видеоконтента. Передовые алгоритмы теперь способны выявлять малозаметные человеческому глазу аномалии в физиологии движений. Речь идет о микроскопических несоответствиях в мимике, неестественных паузах между морганиями, а также нарушениях физики движения волос. Особое внимание уделяется анализу отражений в зрачках и микротекстуре кожи – параметрам, которые крайне сложно воспроизвести искусственно;

– Акустическая экспертиза. Современные системы аудиоанализа вышли далеко за рамки поиска очевидных артефактов. Теперь они исследуют глубинные характеристики голоса: частотные паттерны дыхания, уникальные резонансные особенности голосового тракта, микроскопические колебания тембра. Наибольшую эффективность демонстрирует анализ длительных речевых сегментов, где искусственный интеллект неизбежно допускает статистические аномалии;

– Цифровая криптография. Учитывая масштабы проблемы, ведущие технологические компании активно разрабатывают системы сквозной верификации контента. Решения вроде Content Authenticity Initiative от Adobe предусматривают встраивание в файлы криптографических меток, позволяющих проследить всю цепочку создания и редактирования контента. Этот подход постепенно становится отраслевым стандартом.

Учитывая постоянное совершенствование технологий манипуляции, методы защиты также требуют непрерывного развития. В ближайшие годы можно ожидать появления принципиально новых решений:

– квантовых систем верификации, основанных на принципах квантовой криптографии и обеспечивающих беспрецедентный уровень защит;

– нейросетевых детекторов следующего поколения, способных анализировать контент на уровне нейрофизиологических реакций;

– децентрализованных систем сертификации контента на блокчейн-платформах, гарантирующих прозрачность и неизменяемость данных;

– адаптивных систем защиты, которые смогут самостоятельно эволюционировать вместе с развитием технологий deepfake.

Эти инновационные решения будут органично интегрированы в единые экосистемы цифровой аутентификации, становясь неотъемлемой частью

операционных систем и популярных онлайн-платформ. Таким образом, борьба с цифровыми манипуляциями переходит на системный уровень, объединяя усилия технологических компаний, научного сообщества и регуляторов [5].

Таким образом, современная эпоха цифровых технологий столкнула человечество с принципиально новым вызовом – феноменом интеллектуальных манипуляций, где искусственный разум используется против человеческой психики. Однако, как показывает анализ, человечество не остается безоружным перед этими вызовами. Разрабатываемые системы защиты – от биометрического анализа до квантовой криптографии – демонстрируют, что технологическая гонка только начинается. Кроме того, как показывает история технологического прогресса, каждое новое изобретение несет как риски, так и возможности. Искусственный интеллект, ставший сегодня мощным инструментом манипуляции, завтра может превратиться в нашего главного союзника в борьбе с цифровыми угрозами. Важно, чтобы в этой гонке вооружений человеческая психология и этические принципы всегда оставались приоритетом, а технологии служили инструментом защиты, а не порабощения сознания.

Источники

1. Пырнова О.А. Информационная безопасность в эпоху квантовых технологий // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. С.439-443.

2. Рысаева, К. С. Нейросетевая модель оценки вредоносности web-сайтов / К. С. Рысаева, И. В. Аникин, А. С. Катасев // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 74-77.

3. Дронина, А. А. Методы защиты систем аутентификации по голосу от голосового спуфинга / А. А. Дронина, Р. С. Зарипова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 1277-1279.

4. Шакиров, А. А. Технологии больших данных в области информационной безопасности / А. А. Шакиров, Р. С. Зарипова // International Journal of Advanced Studies in Computer Engineering. 2018. № 2. С. 74-77.

5. Талипов, Н. Г. Формирование нечеткой базы знаний для построения интеллектуальных систем спам-фильтрации / Н. Г. Талипов, А. С. Катасев // Вектор развития управленческих подходов в цифровой экономике: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Казань: Издательство «Познание», 2018. С. 225-232.

УДК 004.89

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РЕДУКЦИИ НЕЙРОНЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ

Пырнова Ольга Александровна, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
pyrnovao_99@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ современных методов редукции нейронечетких моделей, применяемых для снижения сложности и повышения эффективности работы нейронных сетей и нечетких систем. Рассмотрены основные методы редукции: арифметической оптимизации, генетической оптимизации, сингулярного разложения, методы на основе кластеризации, а также гибридные методы, сочетающие в себе достоинства отдельных методов. Выявлены основные достоинства и недостатки указанных методов, а также их возможности и ограничения. Представлены результаты сравнительного анализа рассмотренных методов редукции нейронечетких моделей. Представлены выводы об эффективности рассмотренных методов. Сформулированы направления для дальнейших перспективных исследований.

Ключевые слова: нейронечеткая модель, редукция, генетический алгоритм, сингулярное разложение, гибридный метод, ANFIS, кластеризация, арифметическая оптимизация.

ANALYSIS OF REDUCTION METHODS OF NEURO-FUZZY MODELS

Pyrnova Olga Alexandrovna, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
pyrnovao_99@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Abstract. The article analyzes modern methods of reduction of neuro-fuzzy models used to reduce complexity and improve the efficiency of neural networks and fuzzy systems. The main methods of reduction are considered: arithmetic optimization, genetic optimization, singular decomposition, clustering-based methods, as well as hybrid methods that combine the advantages of individual methods. The main advantages and disadvantages of these methods, as well as their capabilities and limitations, are identified. The results of a comparative analysis of the considered methods of reduction of neuro-fuzzy models are presented. Conclusions on the effectiveness of the considered methods are presented. Directions for further promising research are formulated.

Keywords: neuro-fuzzy model, reduction, genetic algorithm, singular value decomposition, hybrid method, ANFIS, clustering, arithmetic optimization.

Нейронечеткие модели, сочетающие в себе преимущества нейронных сетей [1, 2] и нечеткой логики [3, 4], широко применяются в таких задачах, как

классификация [5, 6], прогнозирование [7, 8], управление [9]. Однако с увеличением сложности моделей возникает проблема их избыточности, что приводит к увеличению вычислительных затрат и снижению интерпретируемости [10]. В связи с этим актуальной задачей является совершенствование существующих и разработка новых эффективных методов редукции [11-13], позволяющих сократить количество параметров модели без значительной потери точности.

В последние годы особое внимание уделяется разработке новых методов редукции нейронечетких моделей. Можно выделить следующие методы, используемые в настоящее время для решения этой задачи: метод арифметической оптимизации, методы генетической оптимизации, методы сингулярного разложения, методы на основе кластеризации, а также гибридные методы, сочетающие в себе достоинства отдельных методов.

Рассмотрим указанные методы редукции нейронечетких моделей.

1. Методы генетической оптимизации. Они являются одними из наиболее популярных методов структурной оптимизации нейронных сетей. В работе Субботина С.А. [14] предложен метод двухэтапной генетической оптимизации, позволяющий сокращать количество нейронов во входном и скрытом слоях сети, минимизируя ошибку модели. Преимущество генетических алгоритмов (ГА) заключается в их способности находить глобальные субоптимумы в сложных пространствах решений. Однако процесс поиска таких решений характеризуется большими вычислительными и временными затратами.

В работе Шилла П.К. и др. [15] предложен метод оптимизации нечетких логических контроллеров (FLC) с использованием ГА для сокращения базы правил. Этот метод позволяет не только сокращать количество правил, но и оптимизировать значения параметров функций принадлежности, что повышает точность модели. Применение данного метода для управления двухстепенным перевернутым маятником демонстрирует его эффективность в задачах управления сложными системами.

2. Методы сингулярного разложения (SVD) применяются для снижения сложности нейронечетких моделей путем удаления слабо влияющих компонентов. В работе Алькала Р. и др. [16] предложен метод, основанный на сингулярном разложении весовых функций, что позволяет сократить количество связей между нейронами. Его преимуществом является возможность контроля степени редукции через задание порогового значения для сингулярных чисел. Однако применение SVD требует значительных вычислительных ресурсов, особенно для моделей с большим числом параметров.

3. Методы на основе кластеризации. В работе Ши Ю. [17] предложен метод улучшения нейронечеткого алгоритма обучения с использованием алгоритма нечеткой кластеризации (FCM). Указанный метод позволяет удалять

избыточные данные и разрешать конфликты в обучающих данных, что приводит к сокращению времени обучения и повышению качества генерируемых нечетких правил. Данный метод особенно эффективен в задачах, где обучающие данные содержат шум или обладают избыточностью.

4. Метод арифметической оптимизации (Arithmetic Optimization Algorithm) является новым эволюционным алгоритмом, который использует арифметические операции (сложение, вычитание, умножение и деление) для поиска оптимальных решений. В работе Талпур Н. и др. [18] предложен подход к оптимизации нейронечетких моделей с использованием метода AOA, который позволяет сокращать количество правил и оптимизировать значения параметров функций принадлежности. Основное преимущество метода AOA заключается в его способности быстро находить глобальные оптимумы в сложных пространствах решений, что делает его эффективным инструментом для редукции нейронечетких моделей. Так в экспериментах на некоторых наборах данных метод AOA позволил сократить количество признаков на 34,98 % при сохранении точности классификации на уровне 88,14 %. Кроме того, AOA показал лучшее время вычислений по сравнению с другими методами, такими как генетические алгоритмы и сингулярное разложение.

5. Гибридные методы сочетают в себе преимущества различных методов редукции. Например, в работе Цпалка К. и Рутковски Л. [19] предложен метод, объединяющий генетические алгоритмы и сингулярное разложение для редукции нейронечетких моделей. Такой подход позволяет достичь высокой точности при значительном сокращении сложности модели. Однако гибридные методы требуют тщательной настройки значений параметров и могут быть сложны в реализации.

В работе Даса Х. и др. [20] представлена гибридная модель, сочетающая достоинства нейронечетких систем и методов сокращения признаков (PCA) для решения задач классификации. Такой гибридный подход позволяет не только сокращать количество признаков, но и улучшать интерпретируемость модели, что важно для задач классификации. Эксперименты на нескольких наборах данных показали, что предложенная модель превосходит традиционные методы по точности классификации и скорости работы.

В таблице 1 представлены результаты сравнительного анализа рассмотренных методов редукции нейронечетких моделей.

Исходя из данных таблицы можно сделать следующие выводы:

– методы генетической оптимизации подходят для задач, где важна точность, но не критично время обучения;

– методы сингулярного разложения эффективны для линейных задач, но могут терять точность в нелинейных сценариях;

– методы кластеризации эффективны для работы с избыточными данными, но менее применимы в задачах с высокой размерностью;

– AOA выделяется как новый перспективный метод, сочетающий высокую скорость и точность, особенно в задачах с большим числом признаков;

– гибридные методы демонстрируют наилучший баланс между точностью и сложностью, но требуют сложной настройки.

Таблица 1. Сравнение методов редукции нейронечетких моделей

Метод	Преимущества	Недостатки	Эффективность
Методы генетической оптимизации (ГА)	– способность находить глобальные субоптимумы в пространствах решений; – возможность оптимизации структуры и параметров модели.	– вычислительная сложность; – длительное время обучения; – требует настройки параметров.	– высокая точность, но за счет увеличения времени обучения; – подходит для задач с умеренной размерностью.
Методы сингулярного разложения (SVD)	– возможность контроля степени редукции через задание порогового значения; – эффективность в снижении размерности данных.	– потеря точности в задачах с высокой нелинейностью; – высокие вычислительные затраты для сложных моделей.	– хорошо подходит для линейных и слабо нелинейных задач; – может привести к потере интерпретируемости.
Методы на основе кластеризации (FCM)	– сокращение времени обучения за счет удаления избыточных данных; – улучшение качества генерируемых правил.	– ограниченная эффективность в задачах с высокой размерностью; – чувствительность к шуму в данных.	– ограниченная эффективность в задачах с высокой размерностью; – чувствительность к шуму в данных.
Метод арифметической оптимизации (AOA)	– быстрая сходимость; – простота реализации и настройки; – эффективность в задачах с высокой размерностью.	– ограниченная исследованность; – требует дальнейшего изучения в гибридных моделях.	– наилучшие результаты по количеству выбранных признаков и времени вычислений.
Гибридные методы	– сочетание преимуществ различных подходов; – высокая точность при сокращении сложности модели.	– требуют тщательной настройки параметров; – сложность интеграции различных методов.	– наилучшие результаты по балансу точности и сложности; – подходит для задач с высокой размерностью.

Таким образом, выбор метода редукции зависит от конкретной задачи, требований к точности, времени выполнения и интерпретируемости модели.

В перспективе с целью развития данного научного направления целесообразно выполнение следующих исследований и разработок:

1) разработка адаптивных методов редукции, автоматически выбирающих режимы настройки значений параметров нейронечетких моделей в зависимости от сложности задачи и доступных вычислительных ресурсов;

2) исследование влияния результатов редукции на интерпретируемость моделей, что важно для задач, требующих объяснения принимаемых решений;

3) разработка комбинированных методов редукции, которые сочетают преимущества кластеризации, генетических алгоритмов и сингулярного разложения для достижения максимальной эффективности;

4) исследование эффективности новых методов редукции для создания более эффективных и интерпретируемых нейронечетких моделей.

Проведенный анализ показал, что каждый из методов обладает своими достоинствами и недостатками. В целом, выбор метода редукции должен основываться на специфике задачи, требованиях к точности, времени выполнения и интерпретируемости модели. Таким образом, дальнейшие исследования должны быть направлены на создание методов редукции для эффективного решения поставленных задач.

Источники

1. Катасёва Д.В., Баринов А.И. Нейронечеткая модель определения фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 69-72.

2. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.

3. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нечёткая экспертная система диагностики маслонаполненных силовых трансформаторов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 148-154.

4. Коновалов Г.Г. Применение нечеткой логики в программировании // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 114-9. С. 58-60.

5. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Васильев В.Л. Нейронечеткий классификатор оценки уровня знаний обучающихся // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 9. С. 115-119.

6. Алексеев А.А., Катасёв А.С., Кириллов А.Е., Кирпичников А.П. Классификация текстовых документов на основе технологии Text Mining // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19. № 18. С. 116-119.

7. Пырнова О.А., Катасёв А.С. Построение и оценка эффективности модели дерева решений для прогнозирования успеваемости обучающихся // Инженерный вестник Дона. 2024. № 4 (112). С. 578-584.

8. Емалетдинова Л.Ю., Кабирова А.Н., Белобородов В.С. Нейронечеткое моделирование прогнозирования значений временного ряда // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 11. С. 194-198.

9. Бошляков А.А., Поярков Г.А. Анализ алгоритмов для системы принятия решений // Дневник науки. 2020. № 4 (40). С. 32-57.

10. Катасёв А.С., Дагаева М.В., Хасбиуллин М.Ф. Нейронечеткая система формирования нечетких моделей оценки дискретного состояния объектов // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 60-63.

11. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Редукция нейросетевых моделей на основе метода двухэтапной генетической оптимизации // Вестник Казанского технологического университета. 2017. №9. С. 71-75.

12. Абдулхаков А.Р., Катасёв А.С. Кластерно-генетический метод редукции баз знаний интеллектуальных систем // Фундаментальные исследования. 2015. № 5-3. С. 471-475.

13. Дагаева М.В., Катасёв А.С., Емалетдинова Л.Ю. Генетический алгоритм редукции нечетких правил в моделях оценки дискретного состояния объектов // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 58-61.

14. Субботин С.А. Неитеративный синтез и редукция нейро-нечетких моделей // Искусственный интеллект. 2009. №4. С. 380-386.

15. Shill P.C., Akhand M.A., Asaduzzaman M.D. Optimization of fuzzy logic controllers with rule base size reduction using genetic algorithms // International Journal of Information Technology & Decision making. 2015. Vol. 14. P. 30-35.

16. Alcala R., Alcala-Fdez J., Gacto M.J., Herrera F. Rule base reduction and genetic tuning of fuzzy systems based on the linguistic 3-tuples representation // Soft Computing. 2007. No. 11. P. 401-419.

17. Shi Y., Mizumoto M. An improvement of neuro-fuzzy learning algorithm for tuning fuzzy rules based on fuzzy clustering method // IEEE International Conference on Fuzzy Systems Proceedings. 1998. P. 991-996.

18. Talpur N., Abdulkadir S.J., Alhussian H., Hasan M.H., Abdullah M.H. Optimizing deep neuro-fuzzy classifier with a novel evolutionary arithmetic optimization algorithm // Journal of Computational Science. 2022. Vol. 64(3). P. 17.

19. Cpalka K., Rutkowski L. A new method for designing and reduction of neuro-fuzzy systems // IEEE International Conference on Fuzzy Systems. 2006. P. 1851-1857.

20. Das H., Naik D., Behera H.S. A Hybrid neuro-fuzzy and feature reduction model for classification // Advances in Fuzzy Systems. 2020. P. 15.

УДК 004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА

Рассказова Алеся Александровна, Правдина Оксана Алексеевна,
Бокситогорский институт (филиал) ГАОУ ВЛ ЛО «ЛГУ имени А.С. Пушкина»,
г. Бокситогорск, Россия
k.alesja@mail.ru, oxanaan@yandex.ru

Аннотация. В современных условиях движущей силой цифровой трансформации является искусственный интеллект. В статье рассмотрены технологии в области искусственного интеллекта, развитие которых окажет существенное влияние на технологическое лидерство и экономическое развитие страны. Также представлен экономический эффект от использования данной технологии.

Ключевые слова: Цифровая экономика, цифровая трансформация, цифровизация, искусственный интеллект.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR ECONOMIC GROWTH

Rasskazova Alesya Alexandrovna, Pravdina Oksana Alekseevna
Boksitogorsk Institute (branch) GAOU VL LO «LSU named after A.S. Pushkin»,
Boksitogorsk, Russia
k.alesja@mail.ru, oxanaan@yandex.ru

Abstract. In modern conditions, artificial intelligence is the driving force behind digital transformation. The article discusses technologies in the field of artificial intelligence, the development of which will have a significant impact on the technological leadership and economic development of the country. The economic effect of using this technology is also presented.

Keywords: Digital economy, digital transformation, digitalization, artificial intelligence.

В современных условиях цифровая экономика является одним из определяющих факторов глобализации. Данный процесс начал развитие с промышленной революции 17 века, однако активно начал развиваться в 21 веке с момента роботизации. Объем внедрения инноваций растет в геометрической прогрессии, а новые технологии, такие как искусственный интеллект, Интернет вещей и робототехника, позволяют автоматизировать рутинные задачи [1].

Движущей силой цифровой трансформации является искусственный интеллект (далее – ИИ), который служит основой для наиболее эффективных цифровых инструментов, разработанных на сегодняшний день.

Искусственный интеллект способствует большей результативности цифровой трансформации за счет:

- анализа огромных объёмов данных и предоставления аналитической информации;
- использования чат-ботов, которые на базе ИИ удовлетворяют потребности каждого клиента;
- интеграции инструментов цифровой трансформации с ИИ, позволяющей автоматизировать различные процессы, повышая общую эффективность и т.д.

ИИ помогает организациям автоматизировать задачи и оптимизировать рабочие процессы, сократить количество ручных операций и повысить общую эффективность. Интегрируя ИИ в различные бизнес-процессы, компании могут повысить производительность, сократить количество ошибок и ускорить время реагирования [2]. Кроме того, он позволяет создавать всё более инновационные и эффективные решения, которые напрямую влияют на динамику рынка и конкурентоспособность. Можно с уверенностью утверждать, что ИИ – это уже не просто дополнительная инициатива, а необходимость, чтобы оставаться конкурентоспособными [3].

По данным исследования Marketsandmarkets, в 2023 году мировой рынок искусственного интеллекта оценивали в 150,2 млрд. долл., также по прогнозам, с 2023 по 2030 год среднегодовой темп роста составит 36,8%. [4]. 84% компаний изучают или уже используют ИИ для цифровых инициатив, таких как коммуникация с помощью ИИ или внедрение удалённого рабочего пространства [5].

В Российской Федерации банки и передовые компании, следуя наблюдаемым в мировой практике тенденциям, стали «первопроходцами» в области активного внедрения ИИ, (консультация клиентов, борьба с мошенничеством и т.д.). На уровне государства уже намного позже в области развития ИИ стали активно формулироваться цели и создаваться госпрограммы,

Так, в 2019 году в национальную программу «Цифровая экономика Российской Федерации» Указом Президента РФ от 10 октября 2019 года №490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» включили Федеральный проект «Искусственный интеллект», реализация которого началась в 2021 году. В феврале 2024 года указанный проект был внесен в национальный проект «Экономика данных», рассчитанный на 2025-2030 гг. Кроме того, была также обновлена Национальная стратегия развития искусственного интеллекта.

Можно выделить следующие технологии в области ИИ, развитие которых окажет существенное влияние на технологическое лидерство и экономическое развитие страны:

- компьютерное зрение (например, постановка диагноза на основе анализа фото и видео, воссоздание трехмерных изображений на основе двумерных);

- обработка естественного языка (например, интеллектуальный поиск документов в базе);

- распознавание и синтез речи (например, проверки подлинности речи, проверка подлинности личности);

- рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений (например, системы управления спутниками, транспортом);

- перспективные методы и технологии в ИИ (например, применение ИИ методов в плохо формализуемых приложениях);

- нейропротезирование (например, биопротезирование органов чувств с получением обратной связи, импланты и внутренние датчики);

На рис. 1 отображены плановые затраты рынка решений в области ИИ в целом в мире и отдельно в России с 2019 по 2024 годы [6].

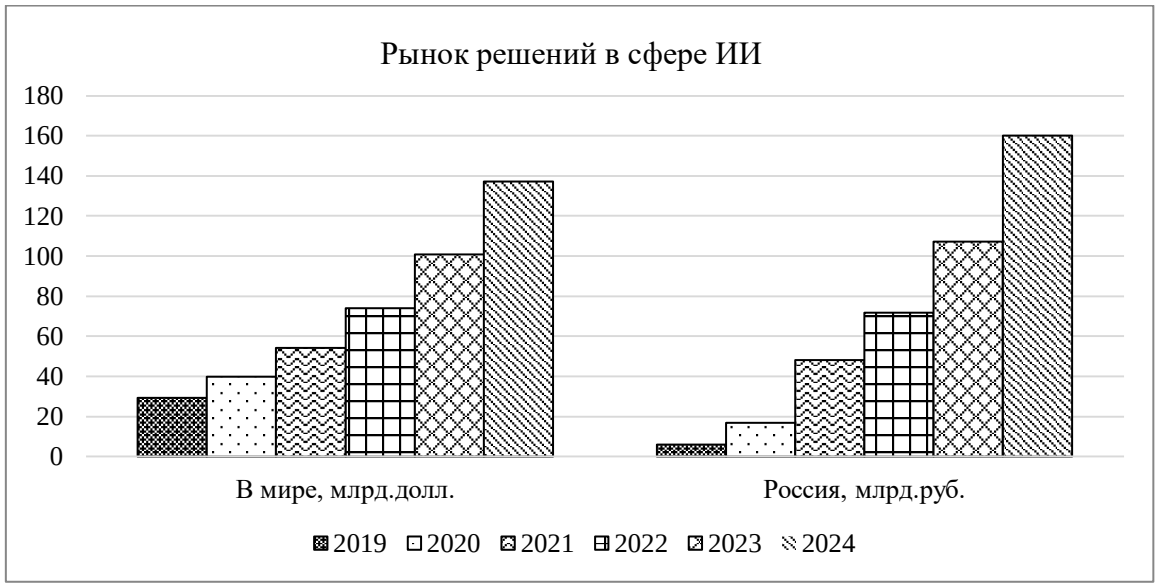


Рис. 1. Динамика плановых вложений на решения в области ИИ с 2019 года по 2024 год в целом в мире и в России

Данные рисунка свидетельствуют, что в целом в мире наблюдается постоянная динамика прироста затрат за указанный период времени, в России динамика вложений в сферу ИИ более существенна, чем в целом в мире. Далее рассмотрим фактические и плановые затраты в 2023 году на решения в области искусственного интеллекта в России (рис. 2) [6].

По итогам 2023 года российский рынок решений в области искусственного интеллекта по сравнению с запланированным вырос более чем в 5 раз, в то время как в целом в мире прирост составил менее 50%.

Стоит отметить и наличие положительного экономического эффекта от использования ИИ: 36% российских организаций в 2024 году отметили

существенный и многократный экономический эффект, тогда как в 2021 году их было лишь 14% [7]. По словам вице-премьера России Дмитрия Чернышенко, «к 2030 г. благодаря внедрению ИИ выручка топ-100 российских ИТ-компаний увеличится в 2,5 раза до 5,3 трлн руб., а ВВП вырастет на 11,2 трлн руб.» [8].

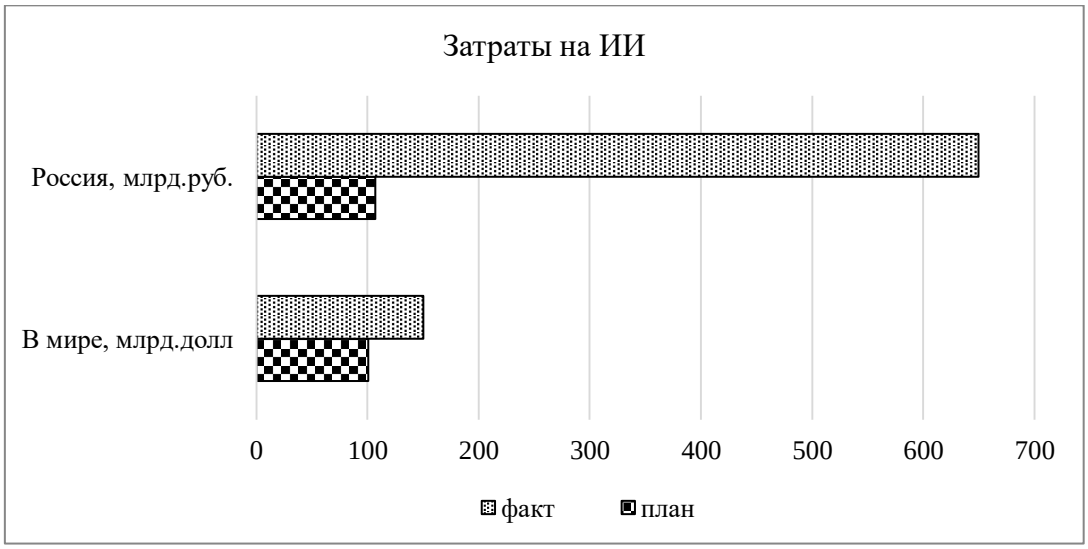


Рис. 2. Фактические и плановые затраты в 2023 году на решения в области ИИ в России

Таким образом, развитие ИИ сегодня является не просто одним из приоритетов государственной политики, а целью, привязанной к экономическому росту. Наша страна переходит к активной стадии внедрения цифровых технологий.

Как уже было сказано, правительство также активно способствует ускорению процессов цифровизации. Россия по итогам 2023 года, согласно рейтингу агентства Tortoise Media, занимает седьмую позицию в мире по участию государства в развитии технологий ИИ [9]. Да, Россия создавать госпрограммы и формулировать цели в области развития ИИ начала несколько намного позже, чем страны – лидеры в данной сфере. Однако представленные выше данные свидетельствуют, что руководство страны своевременно обратило внимание на важность данного направления развития цифровой экономики.

Сотрудничество с другими странами в сфере развития цифровых технологий является критически важным для нашей страны. Обмен опытом и компетенциями с дружественными государствами, имеющими эффективные технологии в области ИИ, позволяет ускорить развитие. Это сотрудничество приносит пользу всем сторонам, способствуя интеграции лучших мировых практик и решений в российскую экономику.

Источники

1. Правдина О.А., Рассказова А.А. Цифровая трансформация ведущих отраслей в современном // Цифровая трансформация промышленности: тенденции и перспективы: Сборник научных трудов по материалам 2-й Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 11 ноября 2021 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2022. – С. 286-291.

2. Рассказова А.А., Правдина О.А. Искусственный интеллект как эффективный инструмент оптимизации работы органов власти//Аспекты гуманитарного и социально-экономического развития Северо-Западного региона России: Коллективная монография / В. Н. Бенда, О. В. Баев, Е. А. Бубненкова [и др.]. – Санкт-Петербург: Медиапапир, 2025. – С 178-191.

3. Рассказова А.А., Правдина О.А. Трансформация рынка труда как обязательное условие цифровизации экономики // Управление социально-экономическим развитием: инновационный и стратегический подходы: сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции, Гатчина, 23 декабря 2022 года. – Гатчина: Государственный институт экономики, финансов, права и технологий, 2023. – С. 118-121.

4. Artificial Intelligence (AI) Market [Электронный ресурс]. https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html (дата обращения: 03.03.2025).

5. Role Of Artificial Intelligence In Digital Transformation [Электронный ресурс]. https://www.aeologic.com/blog/role-of-artificial-intelligence-in-digital-transformation/ (дата обращения: 04.03.2025).

6. Российский искусственный интеллект поумнел [Электронный ресурс]. https://www.cnews.ru/news/top/2019-10-28_rossijskij_iskusstvennyj (дата обращения: 04.03.2025).

7. Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта 2024 [Электронный ресурс]. https://letaibe.media/wp-content/uploads/2024/12/digital_otchet_indeks_2024_0212.pdf (дата обращения: 05.03.2025).

8. Россия взялась за искусственный интеллект [Электронный ресурс]. https://cipr.ru/izdanie-2024/rossiya-vzyalas-za-iskusstvennyj-intellekt/ (дата обращения: 03.03.2025).

9. Доля цифры: какую роль искусственный интеллект играет в росте ВВП [Электронный ресурс]. https://www.forbes.ru/tekhnologii/522747-dola-cifry-kakuu-rol-iskusstvennyj-intellekt-igraet-v-roste-vvp (дата обращения: 05.03.2025).

УДК 004.9:658.8

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА СОВРЕМЕННЫЙ МАРКЕТИНГ

Рашитов Ринат Тимурович, Назарова Дарья Константиновна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
rashitov_rinat@inbox.ru, dknazarova@yandex.ru

Аннотация. Статья рассматривает влияние искусственного интеллекта (ИИ) на современные маркетинговые стратегии. Описываются ключевые области применения ИИ, включая персонализацию рекламных кампаний, использование чат-ботов и анализ данных. Приводятся актуальные статистические данные, подтверждающие рост инвестиций в технологии ИИ и их влияние на эффективность маркетинга. В статье также анализируются будущие тенденции в использовании ИИ в маркетинговых коммуникациях.

Ключевые слова: искусственный интеллект, маркетинг, персонализация, чат-боты, рекламные кампании, ROI, технологии, данные, анализ, маркетолог.

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON MODERN MARKETING

Rashitov Rinat Timurovich, Nazarova Darya Konstantinovna
KSPEU, Kazan, Russia
rashitov_rinat@inbox.ru, dknazarova@yandex.ru

Abstract. The article examines the impact of artificial intelligence (AI) on modern marketing strategies. Key AI applications are described, including the personalization of advertising campaigns, the use of chatbots, and data analysis. The current statistical data confirming the growth of investments in AI technologies and their impact on marketing effectiveness are presented. The article also analyzes future trends in the use of AI in marketing communications.

Keywords: artificial intelligence, marketing, personalization, chatbots, advertising campaigns, ROI, technology, data, analysis, marketer.

Искусственный интеллект (ИИ) – это не просто модное слово, а настоящая революция, меняющая облик современного маркетинга. Кажется, еще вчера мы удивлялись первой рекламе в интернете, а сегодня алгоритмы ИИ управляют нашими покупками, повседневными предпочтениями и даже принимают решения за нас.

Технологии, связанные с ИИ, начали активно внедряться в маркетинг несколько лет назад, но сейчас мы видим, как они практически становятся его неотъемлемой частью. Речь идет не только о технике, которая помогает собрать информацию о потребителях, но и о системах, способных анализировать поведение клиентов, прогнозировать их предпочтения и даже создавать персонализированные рекомендации [1].

Одним из самых ярких примеров использования ИИ в маркетинге можно считать чат-ботов, которые теперь повсеместно присутствуют на сайтах и в социальных сетях. Если раньше ответ от консультанта мог занять несколько минут, то теперь за нас все делает искусственный интеллект, обеспечивая мгновенную реакцию на запросы пользователей. А что самое удивительное, эти боты становятся все более «человечными», они могут учитывать эмоции пользователей, предугадывать их вопросы и отвечать в контексте.

С помощью ИИ маркетологи могут создавать точечные рекламные кампании, которые нацелены не на массу людей, а на индивидуальные потребности каждого клиента. Понятно, что для бизнеса это колоссальные преимущества. Один из ярких примеров – реклама в социальных сетях, которая использует ИИ для того, чтобы предложить пользователю именно тот продукт, который он искал, но забыть добавить в корзину. Наблюдается явление, при котором товар, ранее найденный пользователем в интернете, впоследствии появляется в виде рекламы на его мобильном устройстве. Это результат работы алгоритмов искусственного интеллекта, которые анализируют и отслеживают поведение пользователя в сети, используя собранные данные для таргетированной рекламы [2].

Не секрет, что одними из самых активных пользователей ИИ в маркетинге являются технологические гиганты, такие как Google и Яндекс. Эти компании широко применяют алгоритмы машинного обучения для прогнозирования поведения пользователей, оптимизации рекламных кампаний и персонализации контента. В частности, Яндекс использует искусственный интеллект в сервисах контекстной рекламы (Яндекс.Директ), рекомендационных системах (Яндекс.Дзен) и голосовых помощниках (Алиса), анализируя поведенческие данные для создания максимально релевантных предложений. Благодаря этим технологиям пользователи видят рекламу, наиболее соответствующую их интересам, а рекламодатели получают более точный таргетинг и повышенную конверсию.

Один из примеров – компания Netflix, которая использует ИИ для создания рекомендаций на основе предпочтений пользователей. За каждым предложенным фильмом или сериалом стоит сложная система машинного обучения, которая анализирует тысячи факторов, от жанров до времени суток, когда пользователь предпочитает смотреть контент. Помимо этого, Netflix использует ИИ для создания собственного контента, учитывая предпочтения своей аудитории [3].

Другим примером является компания Amazon, где ИИ анализирует данные о покупках и просматриваемых товарах, чтобы рекомендовать что-то похожее или дополнить покупки. Эти алгоритмы учитывают не только историю заказов, но и множество других факторов: сезонность, поведенческие паттерны, предпочтения пользователей с похожими интересами и даже текущее местоположение, если это уместно. Благодаря этому клиенты получают максимально релевантные

предложения, что не только увеличивает продажи, но и формирует долгосрочную лояльность. Ведь если покупатель видит, что сервис действительно «понимает» его потребности и экономит время, он будет возвращаться снова и снова. Более того, Amazon активно развивает голосового помощника Alexa, который использует ИИ для персонализации рекомендаций, адаптируя их под привычки конкретного пользователя. Это также увеличивает продажи, но что важнее – повышает уровень удовлетворенности клиентов. Удобство и персонализация в современном мире становятся важнейшими критериями для выбора [4].

Искусственный интеллект активно меняет маркетинг, и это подтверждают статистические данные. В 2021 году компании всего мира инвестировали более 70 миллиардов долларов в решения на базе ИИ, а к 2024 году эта цифра превысила 140 миллиардов. Уже сегодня 45% маркетологов используют ИИ для создания персонализированных рекламных кампаний, что помогает повышать эффективность и увеличивать ROI (Return on Investment – это показатель рентабельности инвестиций, который показывает соотношение прибыли к затратам и используется для оценки эффективности маркетинговых кампаний) на 15-30%. Прогнозируется, что до 2025 года количество компаний, применяющих чат-ботов, вырастет на 135%, что также подтверждает рост значения ИИ в сфере обслуживания клиентов и коммуникации с аудиторией.

Эти данные подчеркивают важность искусственного интеллекта для маркетинга, демонстрируя его роль в персонализации контента и улучшении пользовательского опыта. От повышения точности таргетинга до создания инновационных инструментов взаимодействия с клиентами. ИИ кардинально меняет подходы, способствуя росту прибыли и эффективности рекламных стратегий (рис1) [5].

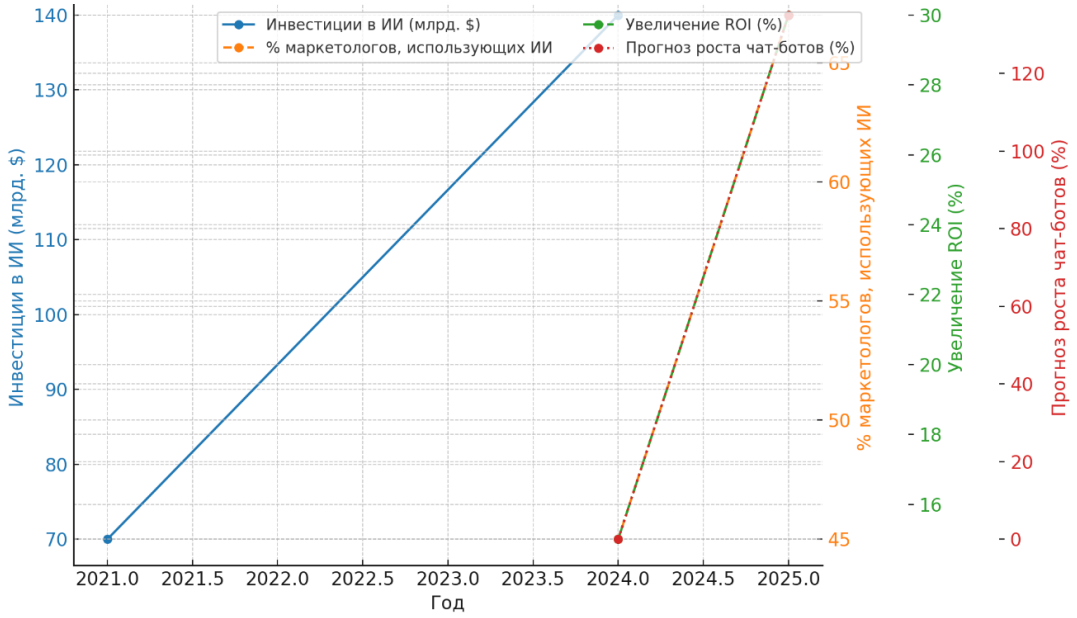


Рис. 1 Влияние искусственного интеллекта на маркетинг

Но, несмотря на все преимущества, искусственный интеллект в маркетинге не обходится без проблем. Одной из основных является этическая сторона вопроса. Поведение пользователей в интернете подвергается мониторингу со стороны алгоритмов, что вызывает негативную реакцию у некоторых пользователей. Это подчеркивает важность поиска оптимального баланса между удобством использования цифровых сервисов и защитой личной конфиденциальности.

Кроме того, маркетологам нужно быть осторожными, чтобы не злоупотреблять технологиями и не создать иллюзию, что весь процесс покупки или выбора может быть автоматизирован. Пока ИИ далеко не совершенен и может ошибаться. Даже самые продвинутые алгоритмы не всегда могут угадать с предпочтениями пользователя или неправильно интерпретировать его запросы.

ИИ в маркетинге – это не просто модный тренд, в дальнейшем технологии будут только развиваться. Ожидается, что в будущем ИИ будет играть еще более важную роль в персонализации контента, улучшении customer experience и даже создании новых форм взаимодействия с клиентами. Уже сейчас разрабатываются системы, которые могут создать персонализированную рекламу, учитывая даже эмоциональное состояние человека в момент взаимодействия с контентом. Например, технологии компьютерного зрения способны анализировать мимику пользователя, а голосовые помощники – тональность речи, чтобы подбирать наиболее уместные предложения.

Однако важно понимать, что внедрение ИИ – это не просто автоматизация рутинных задач, а комплексный процесс, который требует стратегического подхода. Компании, использующие искусственный интеллект, уже сегодня получают конкурентные преимущества, ведь алгоритмы позволяют анализировать огромные массивы данных, выявлять скрытые закономерности и предлагать клиентам релевантные решения в режиме реального времени [6].

В перспективе маркетинг станет еще более «умным»: ИИ будет прогнозировать желания клиентов до того, как они сами осознают свою потребность, подстраивая рекламные кампании под изменения поведения в реальном времени. Однако, наряду с возможностями, возрастает и ответственность – компании должны учитывать вопросы этики, прозрачности алгоритмов и защиты персональных данных. Именно баланс между технологическим прогрессом и уважением к приватности пользователей станет ключевым фактором успешного использования ИИ в маркетинге будущего.

Искусственный интеллект кардинально меняет подходы к маркетингу. Он помогает создавать более персонализированные и эффективные рекламные кампании, повышать уровень удовлетворенности клиентов и предсказывать их предпочтения. Однако важно не забывать о правовых и этических аспектах,

ведь за каждым кликом и каждым выбором стоят не только алгоритмы, но и реальные люди с их ожиданиями и потребностями.

Источники

1. Ларина, О. И. Современная цифровая трансформация маркетинга и влияние искусственного интеллекта на процесс персонализации маркетинговых предложений // Цифровые технологии и право: сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции. Казань: 2023. – С. 243-255.
2. PwC. (2020). Artificial Intelligence in marketing: Trends and opportunities. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: https://www.pwc.com/ai-in-marketing (дата обращения 18.02.2025)
3. McKinsey & Company. (2021). The impact of artificial intelligence on marketing ROI. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: https://www.mckinsey.com/ai-marketing-roi (дата обращения 18.02.2025)
4. Amazon отказался от ИИ-алгоритма для найма сотрудников. [Электронный ресурс] URL: https://incrussia.ru/news/ii-diskriminiroval-zhenshhin (дата обращения 18.02.2025).
5. Statista. (2021). Global AI investments in marketing: 2021-2024. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: https://www.statista.com/statistics/ai-marketing-investments (дата обращения 18.02.2025)
6. Пластун, К. Е. Влияние искусственного интеллекта на современный маркетинг // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2019. – № 5-2(33). – С. 493-496.
7. Овчинникова А.В. Анализ влияния структуры рынка на инновационную деятельность // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент» Челябинск: 2013. – С.86-94

УДК 004.94

НЕЙРОСЕТЕВОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КУРСА ВАЛЮТЫ

Родионов Михаил Дмитриевич, Катасёва Дина Владимировна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
misha25025.su@gmail.com, 415pisarevadv@mail.ru

Аннотация. Решается задача разработки нейросетевой модели для прогнозирования курса доллара по отношению к рублю. Для построения модели использована технология LSTM. Модель реализована на языке Python с использованием библиотек Pandas, NumPy, Scikit-learn, Matplotlib, TensorFlow, Keras. Для построения модели подготовлена выборка данных, содержащая информацию о нескольких экономических индикаторах, влияющих на валютный курс. Данные получены из общедоступных источников. После предобработки данные были случайным образом разделены на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80% и 20% соответственно. Для оценки качества модели использованы метрики MSE, MAE, RMSE и R^2. Проведено сравнение реальных и прогнозируемых значений курса доллара. Исследования показали адекватность построенной модели.

Ключевые слова: нейронная сеть, нейросетевое моделирование, курс валюты, прогнозирование, LSTM-модель нейронной сети.

NEURAL NETWORK FORECASTING OF CURRENCY RATES

Rodionov Mikhail Dmitrievich, Kataseva Dina Vladimirovna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
misha25025.su@gmail.com, 415pisarevadv@mail.ru

Abstract. The problem of developing a neural network model for forecasting the dollar exchange rate against the ruble is solved. LSTM technology was used to build the model. The model is implemented in Python using the Pandas, NumPy, Scikit-learn, Matplotlib, TensorFlow, Keras libraries. To build the model, a data sample was prepared containing information on several economic indicators affecting the exchange rate. The data was obtained from publicly available sources. After preprocessing, the data were randomly divided into training and test samples in a ratio of 80% and 20%, respectively. MSE, MAE, RMSE and R^2 metrics were used to assess the quality of the model. A comparison of real and predicted values of the dollar exchange rate was carried out. The studies showed the adequacy of the constructed model.

Keywords: neural network, neural network modeling, exchange rate, forecasting, LSTM neural network model.

Прогнозирование курса валют представляет собой сложную задачу в сфере экономического и финансового анализа и имеет важное значение для организаций и инвесторов [1]. Традиционно прогнозирование курса опирается на фундаментальные экономические показатели и эконометрические модели [2, 3]. Однако эти методы часто оказываются неспособными учесть сложные нелинейные взаимосвязи и закономерности, которые изменяются со временем. В настоящее время в этой области стали активно использоваться методы искусственного интеллекта [4-6], нечеткой логики [7, 8] и машинного обучения [9-12]. Особую популярность приобрели модели глубокого обучения [13-15], такие как сети с долговременной кратковременной памятью (LSTM) [16, 17], которые показали высокую эффективность в прогнозировании временных рядов.

Данное исследование посвящено прогнозированию курса доллара США по отношению к российскому рублю с помощью нейросетевой модели, построенной на основе технологии LSTM. Нейросетевая модель была реализована с использованием языка программирования Python и библиотек Pandas, NumPy, Scikit-learn, Matplotlib, TensorFlow, Keras.

Для построения нейросетевой модели подготовлена выборка данных, содержащая информацию о нескольких экономических индикаторах, влияющих на валютный курс. Данные были получены из общедоступных источников: официального сайта Центрального банка Российской Федерации, официального сайта Московской биржи и портала Investing.com.

Выборки данных включали следующие поля:

- «дата» – период времени, на протяжении которого были собраны данные (с 10 января 2014 года по 31 октября 2024 года);
- «цена на нефть» – средняя цена на нефть марки Brent на мировом рынке в долларах США за баррель;
- «ключевая ставка ЦБ РФ» – основная процентная ставка Центрального банка Российской Федерации;
- «инфляция» – годовой уровень инфляции, представленный как процентное изменение цен на товары и услуги в России;
- «RTSI» (Индекс РТС) – российский индекс фондового рынка, который рассчитывается на основе котировок акций 50 крупнейших российских компаний, представленных на Московской бирже;
- «курс доллара к рублю» – выходной параметр, значение которого требовалось спрогнозировать с помощью нейросетевой модели.

На этапе предобработки данных и подготовки их к анализу проведены процедуры заполнения пропусков и устранения выбросов. Метод линейной интерполяции позволил заполнить пропуски, используя линейную зависимость между соседними значениями. Метод межквартильного размаха позволил определить значения, находящиеся за пределами ожидаемого диапазона данных.

На следующем этапе проведена нормализация данных с использованием метода стандартизации, преобразующего данные так, чтобы они имели нулевое среднее значение и единичное стандартное отклонение. Далее временной ряд был преобразован методом скользящего окна с шириной окна, равной 10. Далее подготовленные данные были случайным образом разделены на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80% и 20% соответственно.

Нейросетевая модель была построена с использованием класса Sequential из библиотеки Keras. Структура модели состояла из следующих слоев:

- первый слой, состоящий из 128 нейронов;

- LSTM-слои, уменьшающие число нейронов (с 64 до 32) для снижения вычислительной нагрузки и более компактного представления данных;

- BatchNormalization – слой, стандартизирующий выходные данные LSTM и ускоряющий процесс обучения, предотвращая чрезмерное смещение значений;

- Dropoutt – регуляризационный слой, случайным образом отключающий 20% нейронов во время обучения, что помогает снизить риск переобучения;

- Dense – последний слой, состоящий из одного нейрона с линейной функцией активации, формирующей прогнозируемое значение курса валюты.

После добавления всех необходимых слоев модель была скомпилирована с использованием оптимизатора *Adam*, а также функции потерь *mean_squared_error* и метрики *mean_absolute_error*, чтобы отслеживать точность прогнозирования в процессе обучения.

На следующем этапе были выбраны параметры обучения модели:

- количество эпох обучения – 100;

- размер батча (количество примеров из обучающей выборки, которое будет использоваться для одного обновления весов сети) – 8;

- доля валидации – 10% от обучающей выборки.

Далее было проведено обучение модели. В процессе обучения проводилась ее валидация на 10% данных из обучающего набора для оценки способности модели к обобщению. Каждую эпоху рассчитывались потери, которые показывали, насколько прогнозы модели отклоняются от реальных значений.

Для оценки качества модели прогнозирования использовались следующие метрики: MSE (Mean Squared Error), MAE (Mean Absolute Error), RMSE (Root Mean Squared Error) и R^2 (R-squared). Использование нескольких метрик позволило получить более полное представление о качестве модели: MSE и RMSE чувствительны к грубым ошибкам, что важно при анализе финансовых данных, где большие отклонения могут быть крайне значимыми, MAE полезна для измерения средней ошибки модели, при этом она менее чувствительна к экстремальным значениям, а R^2 позволяет оценить, насколько хорошо модель объясняет изменения целевой переменной в целом.

Величина метрики MAE составила 2,32 (в среднем отклонение предсказанных значений от реальных составило 2,32 рубля), что является хорошим результатом. Величина коэффициента детерминации R^2 составила 0,9378 (93,78% изменений в целевой переменной можно объяснить с помощью предсказаний модели), что свидетельствует о высоком качестве модели.

Для оценки точности модели было проведено сравнение реальных и прогнозируемых значений курса доллара. На рисунке 1 показана динамика реального курса доллару к рублю (сплошная линия) и прогнозного значения (пунктирная линия) на промежутке с октября 2022 года по октябрь 2024 года.

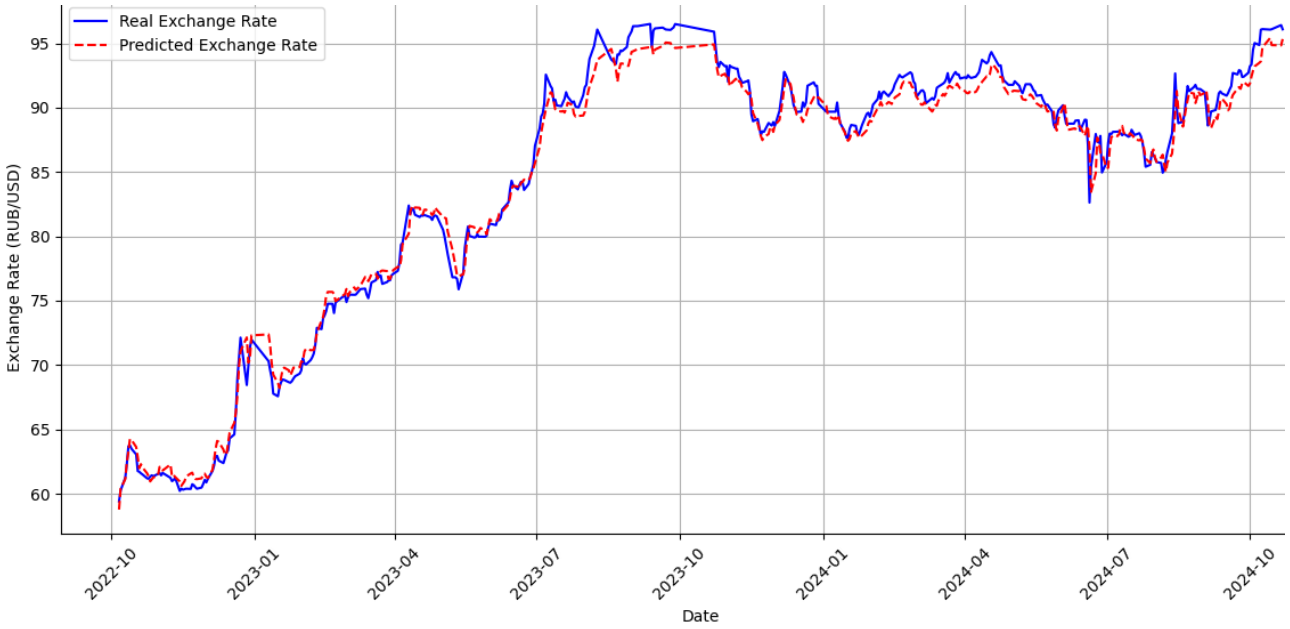


Рис. 1. Прогноз курса доллара по отношению к рублю

Видно, что модель хорошо воспроизводит основные тренды в изменении курса. Прогнозные значения почти полностью повторяют характер динамики реальных данных. Видны незначительные расхождения в отдельных интервалах, что вероятно вызвано случайными экономическими колебаниями, которые сложно спрогнозировать. При резких скачках курса (например, в начале 2023 года и середине 2024 года) модель достаточно точно воспроизводит их характер. Таким образом, построенная модель является адекватной.

Источники

1. Мачихин И.Г. Модели прогнозирования валютного курса // Финансовые рынки и банки. 2024. № 12. С. 323-326.

2. Хакимова Д.П. Прогнозирование временных рядов (на примере курса валюты) с помощью метода SSA // Точная наука. 2020. № 77. С. 12-16.

3. Шанцева А.А. Применение эконометрических методов для прогнозирования курса валют // Экономика и социум. 2017. № 2 (33). С. 111-117.

4. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Искусственный интеллект в камерах смартфонов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 1 (15). С. 82-84.

5. Абдулхаков А.Р., Катасёв А.С. Кластерно-генетический метод редукции баз знаний интеллектуальных систем // Фундаментальные исследования. 2015. № 5-3. С. 471-475.

6. Подольская М.А., Катасёв А.С. Применение систем искусственного интеллекта для диагностического процесса в вертеброневрологии // Казанский медицинский журнал. 2007. Т. 88. № 4. С. 346-351.

7. Бисчоков Р.М. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур методами нечеткой логики // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (65). С. 119-125.

8. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нечёткая экспертная система диагностики маслонаполненных силовых трансформаторов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 148-154.

9. Воробьёва Ю.Н., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нейросетевая модель выявления DDoS-атак // Вестник Технологического университет. 2018. Т. 21. № 2. С. 94-98.

10. Баранова М.А., Галиаскарова Г.Р. Прогнозирование курса валюты на основе нейронных сетей // NovaInfo.Ru. 2017. Т. 1. № 59. С. 243-247.

11. Пырнова О.А., Катасёв А.С. Построение и оценка эффективности модели дерева решений для прогнозирования успеваемости обучающихся // Инженерный вестник Дона. 2024. № 4 (112). С. 578-584.

12. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.

13. Черников А.Д. Прогнозирование и распознавание объектов в видеопотоке с помощью глубокого обучения // Вестник науки. 2023. Т. 2. № 9 (66). С. 209-215.

14. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.

15. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

16. Ехлаков Р.С. Прогнозирование стоимости котировок при помощи LSTM и GRU сетей // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2022. № 17. С. 1-13.

17. Емалетдинова Л.Ю., Вильданов Н.Р., Катасёв А.С. Использование нейросетевой модели TCN-LSTM для прогнозирования значений временного ряда // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 62-64.

УДК 004.8

ДИАГНОСТИКА В МЕДИЦИНЕ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Ряплова Ярослава Петровна
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени профессора М. А. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Россия
yaroslava.ryaplova@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные методы и технологии, применяемые для диагностики с использованием ИИ. Представлены примеры успешного внедрения ИИ в различных медицинских сферах, таких как кардиология, онкология, где алгоритмы способны анализировать большие объемы данных и выявлять закономерности, которые могут быть незаметны для человека. Также обсуждаются преимущества применения ИИ в диагностических процессах, такие как повышение точности диагностики, сокращение времени анализа данных и улучшение качества медицинского обслуживания. В статье также рассматриваются этические вопросы, связанные с интеграцией ИИ в клиническую практику, включая аспекты конфиденциальности данных.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), диагностика, медицина, машинное обучение, нейронные сети.

DIAGNOSTICS IN MEDICINE USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Ryaplova Yaroslava Petrovna
St. Petersburg State University of Telecommunications named after Professor M. A. Bonch-Bruevich, St. Petersburg, Russia
yaroslava.ryaplova@mail.ru

Abstract. This article discusses modern methods and technologies used for diagnostics using AI. Examples of successful implementation of AI in various medical fields, such as cardiology, oncology, are presented, where algorithms are able to analyze large amounts of data and identify patterns that may be invisible to humans. The advantages of using AI in diagnostic processes, such as increasing the accuracy of diagnostics, reducing the time of data analysis, and improving the quality of medical care, are also discussed. The article also considers ethical issues related to the integration of AI into clinical practice, including aspects of data privacy.

Keywords: artificial intelligence (AI), diagnostics, medicine, machine learning, neural networks.

В последние годы искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью медицинской практики, особенно в области диагностики заболеваний. Установление точного диагноза имеет решающее значение для выбора эффективных методов лечения, однако этот процесс может быть сложным и требовать значительных усилий со стороны врачей, которые должны обрабатывать огромные объемы информации. Есть ряд сложностей, возникающих при диагностировании в медицине. Изменчивость заболевания: болезнь может прогрессировать, а её проявления могут меняться со временем. Врачу необходимо быстро реагировать на изменения состояния пациента и принимать решения в условиях неопределенности. Разнообразие интерпретаций результатов: при установлении диагноза важно учитывать параметры тестов, такие как чувствительность и специфичность. В случае инструментальной визуализации (рентгенография, КТ, МРТ, УЗИ) разные специалисты могут по-разному интерпретировать одно и то же изображение. Организация диагностического процесса: время ожидания результатов тестов может варьироваться. Кроме того, форма представления отчетов также влияет на их интерпретацию. Ограниченные человеческие ресурсы: врачи могут испытывать трудности с поддержанием концентрации и производительности на протяжении длительного времени. Человеческий фактор может негативно сказаться на эффективности решения клинических задач. В этом контексте ИИ предлагает инновационные решения, способные значительно улучшить качество диагностики и оптимизировать рабочие процессы в медицинских учреждениях. Передовые технологии на основе искусственного интеллекта становятся важным помощником для врачей. ИИ представляет собой область компьютерных наук, использующую технологические возможности для выполнения интеллектуальных функций. Машины способны обучаться и решать задачи, требующие человеческого мышления и способности к обучению. Нейронные сети и алгоритмы машинного обучения играют ключевую роль в трансформации диагностических процессов. Они способны анализировать большие объемы данных и выявлять закономерности, что позволяет эффективно обнаруживать и классифицировать патологические изменения на медицинских изображениях. Нейронные сети объединяют возможности машинного обучения и биологическую концепцию архитектуры человеческого мозга. Они основаны на попытке воссоздать примитивную модель нервной системы биологических организмов. Их исходной задачей была попытка воспроизвести низкоуровневую структуру мозга, т. е. создать компьютерный «искусственный мозг». Искусственные нейроны объединяют в сети, соединяя выходы одних нейронов с входами других. Соединенные и взаимодействующие между собой искусственные нейроны создают искусственную нейронную сеть – определенную математическую модель,

которая может быть реализована на программном или аппаратном обеспечении. Упрощенно нейронная сеть – это просто программа, которая на входе получает данные, а на выходе выдает ответы [1]. Машинное обучение – это процесс машинного анализа подготовленных статистических данных для поиска закономерностей и создания на их основе нужных алгоритмов (настройки параметров нейронной сети), которые затем будут использоваться для прогнозов. Созданные на этапе машинного обучения алгоритмы позволят в дальнейшем компьютерному искусственному интеллекту сделать корректные выводы на основании предоставленных ему данных. Примеры применения ИИ включают: колоноскопия (ИИ помогает выявлять злокачественные полипы в толстой кишке, что экономит время врачей и ресурсы клиник), скрининговая маммография (алгоритмы машинного обучения повышают точность обнаружения опухолей молочной железы, что способствует более эффективному лечению пациентов), визуализация печени (ИИ может точно диагностировать очаговые поражения и различать опухоли), рентгенография (алгоритмы улучшают качество изображений при снижении дозы облучения для пациентов), торакальная визуализация (модели на основе ИИ способны обнаруживать мелкие узловые образования в легких, которые могут быть пропущены при обычном осмотре) [2]. Эти технологии не только повышают точность диагностики, но и сокращают время работы врачей, позволяя им уделять больше внимания другим пациентам. Несмотря на очевидные преимущества использования ИИ в медицине, существуют серьезные опасения по поводу безопасности данных. Обработка медицинской информации требует строгого соблюдения норм конфиденциальности и защиты личной информации пациентов. Утечка данных или их неправильное использование могут привести к серьезным последствиям как для пациентов, так и для медицинских учреждений [3]. Не менее важным является вопрос этики применения ИИ в медицине. Возникает множество вопросов о том, кто несет ответственность за ошибки алгоритмов или неверные диагнозы. Необходимо разработать четкие правила и стандарты для применения ИИ в клинической практике. Врачи должны оставаться главными принимающими решениями при ведении пациентов, а ИИ должен служить лишь вспомогательным инструментом. С учетом всех вышеперечисленных факторов можно утверждать, что будущее диагностики с использованием ИИ выглядит многообещающе. Ожидается дальнейшее развитие технологий глубокого обучения и их интеграция с другими инновациями в области медицины. Таким образом, искусственный интеллект открывает новые горизонты для диагностики заболеваний в медицине. Он способен повысить точность диагностики и сократить время работы врачей – особенно важно это в условиях нехватки кадров. Однако необходимо учитывать риски информационной безопасности и возможные

социальные последствия внедрения новых технологий. Умеренное внедрение ИИ с учетом этих факторов может стать ключом к успешной интеграции инноваций в систему здравоохранения. На самом деле, на пути к широкому внедрению искусственного интеллекта в медицинскую сферу существуют два ключевых препятствия: необходимость в обширных объемах данных для обучения и важность профессионального и креативного подхода к обучению ИИ. Без точных и качественных данных ИИ не сможет функционировать должным образом. Кроме того, просто использование готовых алгоритмов на подготовленных данных не приведет к желаемым результатам без участия квалифицированных специалистов, которые должны настроить ИИ для правильного понимания этих данных и решения конкретных практических задач [3]. Важно продолжать исследования в этой области и развивать этические нормы для обеспечения безопасного и эффективного использования технологий будущего. В конечном итоге успех применения искусственного интеллекта в медицине зависит от совместных усилий специалистов различных областей – от врачей до инженеров-программистов – которые будут работать вместе над созданием безопасных и эффективных решений для улучшения здоровья населения.

Источники

1. Нейронные сети [Электронный ресурс] // IBM. URL: https://www.ibm.com/cloud/learn/neural-networks (дата обращения 30.03.2025)

2. Цифровой «коллега»: как искусственный интеллект и нейросети помогают врачам в диагностике [Электронный ресурс] // СберМедИИ. URL: https://sbermed.ai/(дата обращения 28.03.2025)

3. Гусев А.В., Добриднюк С.Л. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении.

УДК 004.8

ИИ В ФИНАНСОВОЙ СФЕРЕ: АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ТОРГОВЛЯ, ОЦЕНКА РИСКОВ И ОБНАРУЖЕНИЕ МОШЕННИЧЕСТВА

Сагидуллин Айнур Рустамович, Ким Данил Андреевич, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
sagiain4@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается роль искусственного интеллекта (ИИ) в финансовой сфере, включая алгоритмическую торговлю, оценку кредитных рисков и выявление мошеннических операций. Применение ИИ позволяет повысить эффективность процессов, минимизировать риски и оперативно обнаруживать аномалии. Анализируются преимущества внедрения ИИ, такие как повышение точности прогнозов и снижение затрат, а также его ограничения, включая необходимость больших объемов данных и высокую стоимость внедрения. В заключение рассматриваются перспективы дальнейшего внедрения и развития технологий искусственного интеллекта в финансовой индустрии.

Ключевые слова: искусственный интеллект, алгоритмическая торговля, кредитные риски, мошенничество, финансовые технологии.

AI IN THE FINANCIAL SECTOR: ALGORITHMIC TRADING, RISK ASSESSMENT, AND FRAUD DETECTION

Sagidullin Ainur Rustamovich, Kim Danil Andreevich, Pyrnova Olga Alexandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
sagiain4@gmail.com

Abstract. The article examines the role of artificial intelligence (AI) in the financial sector, including algorithmic trading, credit risk assessment, and fraud detection. The use of AI enhances process efficiency, minimizes risks, and enables the prompt detection of anomalies. The advantages of AI implementation, such as improved prediction accuracy and cost reduction, are analyzed, along with its limitations, including the need for large volumes of data and high implementation costs. In conclusion, the prospects for further implementation and development of artificial intelligence technologies in the financial industry are discussed.

Keywords: artificial intelligence, algorithmic trading, credit risk, fraud detection, financial technologies.

Современные технологии, в частности искусственный интеллект (ИИ), оказывают трансформационное воздействие на финансовую индустрию, становясь ключевым инструментом для автоматизации, оптимизации и

повышения эффективности бизнес-процессов. Внедрение ИИ в такие области, как алгоритмическая торговля, оценка кредитных рисков и предотвращение мошеннических операций, открывает новые горизонты для повышения точности прогнозирования, снижения операционных издержек и улучшения качества обслуживания клиентов [1]. В данной статье рассматриваются ключевые направления применения искусственного интеллекта в финансовой сфере, анализируются его преимущества, потенциальные риски и перспективы развития. Особое внимание уделено вопросам этики, регулирования и кибербезопасности, которые становятся критически важными в условиях активного внедрения ИИ-технологий.

Финансовая индустрия находится на пороге новой эры, где искусственный интеллект играет роль катализатора изменений. Благодаря развитию машинного обучения, нейронных сетей и методов анализа больших данных, финансовые организации получают возможность обрабатывать огромные объемы информации в режиме реального времени, что позволяет принимать более обоснованные и точные решения. Однако наряду с преимуществами возникают и новые вызовы, связанные с этическими, регуляторными и техническими аспектами использования ИИ.

Алгоритмическая торговля, основанная на автоматизированном выполнении сделок с использованием заранее заданных алгоритмов, является одной из наиболее динамично развивающихся областей применения ИИ. Современные ИИ-алгоритмы способны анализировать огромные массивы данных, выявлять рыночные тренды и принимать решения за доли секунды, что особенно важно в условиях высокой волатильности финансовых рынков [2].

Нейронные сети, обученные на исторических данных, позволяют выявлять сложные закономерности, недоступные для традиционных методов анализа [3]. Кроме того, ИИ-алгоритмы обладают способностью адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям, что снижает вероятность убытков. Ярким примером успешного применения ИИ является высокочастотная торговля (HFT), где алгоритмы способны совершать тысячи сделок в секунду, выявляя краткосрочные рыночные аномалии и оперативно на них реагируя.

Однако использование ИИ в алгоритмической торговле сопряжено с рядом рисков. Среди них – возможность манипуляции рынком, увеличение уровня волатильности, а также вероятность ошибок в алгоритмах, которые могут привести к значительным финансовым потерям. В связи с этим особое внимание должно уделяться обеспечению прозрачности работы ИИ-систем и постоянному мониторингу их функционирования [4].

Искусственный интеллект позволяет значительно повысить точность оценки кредитных рисков за счет анализа множества факторов, включая

финансовую историю заемщика, поведенческие данные и транзакционные паттерны. Модели машинного обучения способны прогнозировать вероятность дефолта с высокой степенью точности, что помогает финансовым организациям минимизировать убытки. Кроме того, ИИ активно применяется для проведения стресс-тестирования и моделирования различных экономических сценариев. Это позволяет банкам более точно определять кредитные ставки и условия кредитования, особенно в условиях экономической нестабильности.

Важным аспектом является также расширение доступа к финансовым услугам для населения. ИИ способен выявлять потенциальных заемщиков с высоким уровнем надежности, что способствует развитию инклюзивной финансовой системы, где каждый человек может получить доступ к кредитам и другим услугам [5].

Искусственный интеллект играет ключевую роль в борьбе с мошенничеством, используя методы анализа аномального поведения и выявления подозрительных паттернов. Современные технологии машинного обучения и нейронных сетей позволяют анализировать транзакции в режиме реального времени, что способствует оперативному блокированию подозрительных операций и снижению финансовых потерь. Кроме того, ИИ способен анализировать поведенческие паттерны пользователей, выявляя отклонения от привычных действий. Например, резкое изменение геолокации или необычные суммы переводов могут быть признаками мошенничества [3]. Технологии обработки естественного языка (NLP) активно применяются для анализа текстовой информации, что позволяет выявлять подозрительные действия и предотвращать мошеннические схемы. Однако для эффективного использования ИИ в борьбе с мошенничеством необходимо постоянно обновлять модели и учитывать новые методы обмана, которые могут использовать злоумышленники. Также важно обеспечивать прозрачность алгоритмов и регулярно тестировать системы на устойчивость к новым видам атак.

Применение ИИ в финансовой сфере вызывает серьезные вопросы, связанные с этикой и регулированием. Одной из ключевых проблем является обеспечение прозрачности алгоритмов, чтобы избежать дискриминации и предвзятости в решениях. Например, алгоритмы оценки кредитных рисков должны быть свободны от предубеждений, связанных с полом, возрастом или расой заемщика. Кроме того, финансовые организации должны обеспечивать защиту персональных данных клиентов и соблюдать законодательные нормы. Развитие нормативной базы в области ИИ продолжается, и важно, чтобы компании активно участвовали в этом процессе. Некоторые страны уже вводят обязательное раскрытие информации об используемых алгоритмах, что способствует повышению доверия клиентов и соблюдению их прав.

Искусственный интеллект предоставляет множество преимуществ, включая повышение точности прогнозов, снижение операционных затрат и ускорение рабочих процессов. Однако существуют и определенные ограничения, такие как необходимость в значительных объемах данных для обучения моделей, высокие затраты на внедрение и потенциальные ошибки в алгоритмах.

Кроме того, существует риск кибератак, направленных на ИИ-системы, а также возможность возникновения новых форм мошенничества, использующих уязвимости алгоритмов. Поэтому важно инвестировать в кибербезопасность и регулярно тестировать системы на устойчивость к внешним угрозам.

Для наглядного анализа преимуществ и ограничений искусственного интеллекта в сравнении с традиционными методами в финансовой сфере, в таблице 1 представлены ключевые аспекты, такие как алгоритмическая торговля, оценка кредитных рисков, обнаружение мошенничества, затраты на внедрение и гибкость.

Таблица 1. Сравнение традиционных методов и ИИ в финансовой сфере

Аспект	Традиционные методы	Искусственный интеллект (ИИ)	Преимущества ИИ
Алгоритмическая торговля	– ручное принятие решений; – медленная реакция на рынок.	– автоматизация; – анализ данных в реальном времени.	– высокая скорость и точность; – адаптивность.
Оценка кредитных рисков	– ограниченный анализ данных; – субъективность.	– глубокий анализ данных; – прогнозирование дефолта	– повышенная точность; – минимизация рисков.
Обнаружение мошенничества	– ручная проверка; – высокая вероятность ошибок	– анализ аномалий и паттернов в реальном времени	– быстрое выявление угроз; – снижение потерь.
Затраты на внедрение	– низкие начальные затраты	– высокие начальные затраты на обработку и данные.	– долгосрочная экономия за счет автоматизации.
Гибкость	– ограниченная возможность адаптации	– высокая адаптивность к изменениям на рынке.	– быстрая реакция на новые вызовы и тренды.

Исходя из таблицы, видно, что искусственный интеллект значительно превосходит традиционные методы в таких аспектах, как скорость, точность и адаптивность. В алгоритмической торговле ИИ обеспечивает мгновенную реакцию на изменения рынка, что невозможно при ручном управлении. В оценке кредитных рисков ИИ позволяет учитывать больше факторов и минимизировать субъективность, повышая точность прогнозов. В области обнаружения мошенничества ИИ способен анализировать данные в реальном

времени, что значительно снижает финансовые потери. Однако внедрение ИИ требует значительных начальных инвестиций и постоянного обновления моделей, что может быть ограничением для некоторых организаций. Тем не менее, долгосрочные преимущества, такие как автоматизация процессов и снижение операционных затрат, делают ИИ перспективным инструментом для финансовой индустрии.

Искусственный интеллект становится ключевым фактором в трансформации финансовой индустрии, открывая новые возможности для оптимизации процессов и повышения эффективности. Его применение в алгоритмической торговле, оценке кредитных рисков и предотвращении мошенничества позволяет финансовым организациям повышать точность и безопасность операций. Однако для максимального эффекта требуется грамотное внедрение, постоянный мониторинг работы ИИ-систем и соблюдение этических норм.

Источники

1. Шиховцева, А. Н. Возможности и риски автоматизации финансовых операций с помощью искусственного интеллекта / А. Н. Шиховцева, О. А. Пырнова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 1199-1201.
2. Чебуханова, Л. В. Искусственный интеллект и его влияние на трансформацию финансовых инструментов / Л. В. Чебуханова // Вестник Академии знаний. – 2024. – № 5(64). – С. 486-491.
3. Катасев, А. С. Формирование нечеткой базы знаний для проверки подлинности банкнот / А. С. Катасев, А. Р. Гапсаламов, Д. В. Катасева // Вестник Технологического университета. – 2023. – Т. 26, № 5. – С. 50-54.
4. Хасанова, С. С. Современное состояние развития глобальной цифровой экономики / С. С. Хасанова, О. А. Пырнова, С. К. Шардан // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 3, № 3(144). – С. 113-119.
5. Кунакбаев, А. Р. Интеллект роя для IT: перспективы и применение в кибербезопасности и анализе данных / А. Р. Кунакбаев, Р. С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2024. – № 3-4(33-34). – С. 225-228.

УДК 372.881.1:004.8

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ ЯЗЫКАМ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (СОЗДАНИЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ КУРСОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯЗЫКОВ)

Салемгараева Лиана Ленаровна, Айтуганова Жанна Илевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
lsalemgarayeva@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме эффективного языкового обучения в условиях цифровой трансформации образования. Современные реалии, характеризующиеся информационной перегрузкой и снижением концентрации внимания у обучающихся, создают новые вызовы для традиционных методов преподавания языков. В работе анализируется, как технологии искусственного интеллекта могут стать решением этих проблем через создание персонализированных обучающих курсов. На основе анализа статистических данных и современных исследований предлагаются пути оптимизации ИИ-платформ для языкового обучения с учетом когнитивных особенностей современных студентов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, индивидуализация обучения, языковые курсы, адаптивное обучение, персонализация.

INDIVIDUALIZATION OF LANGUAGE LEARNING USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE (CREATION OF PERSONALIZED LANGUAGE LEARNING COURSES)

Salemgarayeva Liana Lenarovna, Aituganova Zhanna Ilevna
KSPEU, Kazan, Russia
lsalemgarayeva@bk.ru

Abstract. The article is devoted to the problem of effective language teaching in the context of digital transformation of education. Modern realities, characterized by information overload and a decrease in students' concentration, create new challenges for traditional language teaching methods. The paper analyzes how artificial intelligence technologies can become a solution to these problems through the creation of personalized training courses. Based on the analysis of statistical data and modern research, ways are proposed to optimize AI platforms for language learning, taking into account the cognitive characteristics of modern students.

Keywords: artificial intelligence, individualization of learning, language courses, adaptive learning, personalization.

Современная образовательная среда сталкивается с необходимостью перехода от традиционных, стандартизированных методов преподавания к персонализированным подходам, особенно в области языкового обучения. Исследования показывают, что технологии искусственного интеллекта позволяют преодолеть ключевые ограничения классических методик за счет адаптации учебного процесса к индивидуальным особенностям каждого учащегося – уровню знаний, когнитивным способностям и личным предпочтениям [1].

Адаптивные алгоритмы и машинное обучение.

Современные ИИ-системы осуществляют постоянный мониторинг прогресса учащихся, выявляя их сильные и слабые стороны. Ярким примером служит платформа Duolingo, где алгоритмы машинного обучения динамически корректируют упражнения на основе анализа ошибок пользователя [2]. Эффективность таких систем подтверждается исследованиями: адаптивное обучение повышает скорость запоминания лексики на 20-30% по сравнению с традиционными методами [3].

Обработка естественного языка и генерация контента.

Технологии NLP (Natural Language Processing) открывают новые возможности для создания персонализированных учебных материалов. Современные языковые модели, такие как ChatGPT, способны генерировать диалоги и упражнения, точно соответствующие уровню ученика. Это позволяет создавать уникальные обучающие траектории для каждого пользователя.

Эффективность и практическое применение.

Многочисленные исследования подтверждают высокую эффективность ИИ-решений в языковом обучении [3]:

- Сокращение времени изучения языка на 40%;
- Повышение успеваемости на 25-35%;
- Увеличение вовлеченности учащихся на 50%;

Преимущества персонализированного обучения

- Гибкость – обучение в индивидуальном темпе;
- Мгновенная обратная связь – коррекция ошибок в реальном времени;
- Оптимизация времени – фокус на проблемных областях;
- Повышение мотивации благодаря геймификации;

Проблемы и ограничения.

Несмотря на очевидные преимущества, существуют значительные вызовы:

- Цифровое неравенство: лишь 27% школ в развивающихся странах имеют доступ к ИИ-инструментам;
- Дегуманизация образования: студентов могут ощущать снижение интереса из-за отсутствия живого общения;

- Отсутствие креативности – шаблонные упражнения не развивают спонтанную речь.

Перспективы развития.

На основании анализа текущего состояния технологий предлагаются следующие направления совершенствования:

1. Гибридные модели обучения - оптимальное сочетание ИИ-технологий и традиционных занятий с преподавателем

2. Эмоциональный ИИ – интеграция анализа психоэмоционального состояния учащихся

Пример: платформа Lingvist, которая хотя и эффективно прогнозирует забывание слов, но не учитывает фактор эмоциональной усталости учащихся.

Искусственный интеллект в языковом обучении представляет собой мощный, но не универсальный инструмент. Статистические данные убедительно подтверждают его эффективность, однако успешное внедрение требует учета существующих ограничений и рисков.

Ключевые рекомендации для разработчиков:

- Учет когнитивных и эмоциональных особенностей учащихся;
- Развитие оффлайн-доступа к платформам;
- Обеспечение баланса между технологическими и гуманитарными аспектами обучения;

Будущее языкового образования видится в гармоничном сочетании передовых ИИ-технологий с традиционными педагогическими подходами, где искусственный интеллект выступает помощником, а не заменой преподавателя.

Источники

1. Luckin R. Machine Learning and Human Intelligence: The Future of Education // UCL Institute of Education Press: London, UK. 2018. P. 42-43.
2. Harrysson R. How Artificial Intelligence is Transforming Education // McKinsey Global Institute. 2021. p. 3.
3. Settles B. M., Meeder B. A Trainable Spaced Repetition Model for Language Learning // Proceedings of the 54th annual Meeting of the Association for Computational Linguists. 2016. P. 8-12.
4. Settles B. Duolingo’s Data-Driven Approach to Language Learning // Association for Computing Machinery. 2020. p.74.

УДК 004.032.26 + 004.8

НЕЙРОСЕТИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ЗЛО ИЛИ БЛАГО ДЛЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА?

Салимов Вадим Алексеевич
ФГБОУ ВО «УУНиТ», г. Уфа, Россия
salimovvadim1990@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена нейросетям и искусственному интеллекту. Благодаря развитию IT-технологий человечество в скором времени столкнется со взрывным ростом высоких технологий в узких специальностях, помогающие людям в их повседневной жизни. Но следует учитывать, что, достигнув определенного уровня искусственный интеллект может обрести самосознание и тогда следует ждать чего угодно. Исследователи данной проблемы разделились на две группы, где одна считает, что данное событие приведет к гибели всего живого на планете, а другая считает, что в развитии искусственного интеллекта нет ничего страшного

Ключевые слова: нейросеть, искусственный интеллект, человечество, зло, благо.

NEURAL NETWORKS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: EVIL OR BOON FOR HUMANITY?

Salimov Vadim Alekseevich
UUST, Ufa, Russia
salimovvadim1990@mail.ru

Abstract. The article is devoted to neural networks and artificial intelligence. Thanks to the development of IT-technologies, mankind will soon face an explosive growth of high technologies in narrow specialties that help people in their daily lives. But it should be taken into account that after reaching a certain level artificial intelligence can become self-conscious and then we should expect anything. Researchers of this problem are divided into two groups, where one believes that this event will lead to the death of all life on the planet, and the other believes that there is nothing terrible in the development of artificial intelligence

Keywords: neural network, artificial intelligence, humanity, evil, good.

Нейросети и искусственный интеллект, несомненно, сыграли и сыграют ключевую роль в развитии человечества в XXI веке. Уже сейчас понятно, что нынешние открытия в области IT-технологий работают на благо человечества и могут решить ряд острых социальных проблем. Запущенные пару лет назад известные нейронные сети являются в настоящий момент мастерами на все

руки. Они работают адвокатами в судах, умеют ставить диагнозы, с точностью распознают лица, рисуют картины и сочиняют музыку. Даже в состоянии обыграть именитых чемпионов в покер! Также им доступны не только предсказание погоды, но даже банкротства [7]. Если рассматривать ИИ и ИНС с положительной точки зрения, то это повышение эффективности в трудовых отношениях, повышение общей безопасности человека, а также улучшение системы здравоохранения.

Но параллельно с этим бурное развитие ИНС и ИИ ставит перед людьми глобальные риски, связанные с этикой. Одним из наиболее значительных рисков, является возможность предвзятости и дискриминации, т. к. ИИ в своей работе будет руководствоваться беспристрастностью, основанной на объективных данных, которые в той или иной степени могут быть искажены, по независящим от ИИ причинам. Еще одним риском может выступить сокращение рабочих мест и как следствие экономический спад, который неразрывно связан с социальными и политическими потрясениями [3]. Поэтому ИИ и ИНС с отрицательной точки зрения – это этические проблемы, потеря рабочих мест, одиночество, предвзятость и дискриминация.

Говоря о бурном развитии IT-технологий, главная проблема заключается в том, чтобы уметь различать нейронную сеть и искусственный интеллект, которые в целом схожи, но в то же время ни одно и тоже. Искусственная нейронная сеть (ИНС) или просто нейросеть представляет собой программу, предназначенную для обработки данных с использованием математической модели. Она воспроизводит функционирование человеческого мозга: в ней имеются «нейроны», обрабатывающие информацию и обучающиеся на примерах, а затем применяет полученные знания в своей деятельности. ИНС используют для анализа данных, распознавания образов, принятия решений, а также выполнения других простых и сложных задач [7]. Простым языком – это уменьшенная версия человеческого мозга, где искусственные нейроны выполняют функции вычислительных элементов, созданных по аналогии с биологическими нейронами. Основные принципы работы ИНС были заложены в 1943 г. американскими учеными Уолтером Питтсом и Уорреном Маккаллоком. А их коллега, ученый-нейрофизиолог Фрэнк Розенблатт разработал уже первую нейронную сеть в 1958 году [7]. Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются и это является одним из главных их преимуществ. ИНС подразделяются на однослойные, многослойные, прямого распространения, рекуррентные.

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой способность компьютеров обучаться, выполнять действия и принимать решения характерные для человеческого интеллекта. Это система, способная мыслить и решать задачи подобно людям, а также выполнять действия, которые обычно

выполняют люди. Например, ИИ может создавать музыкальные произведения и заниматься другими видами искусства, отвечать на вопросы клиентов в чатах, и даже управлять автомобилем. Слабый, сильный и сверхинтеллект – три типа ИИ, в зависимости от того, как он работает и что умеет делать.

Искусственный интеллект представляет собой способность компьютера имитировать человеческое мышление. Нейросети – это математические модели или алгоритмы, которые обучаются для решения определённых задач. В этом их принципиальная разница.

Современный кинематограф пестрит тысячами различных сюжетов, где обретший сознание ИИ восстает против своих создателей: от Западного мира (1973) и Терминатора (1984) до М3ГАН (2022) и Компаньона (2025). Помимо кино, вопросы мирного сосуществования человека и умного компьютера в своих работах подымал Айзек Азимов (1920 – 1992) – один из крупнейших американских писателей-фантастов XX в., популяризатор науки и биохимик. Благодаря писателю мы имеем представление, что нас может ожидать в ближайшем будущем, когда общество столкнется с искусственным интеллектом и как сложится наши с ним отношения [1]. Его главная работа на этом направлении – сборник рассказов «Я, робот» (1950). Именно Азимовым были сформированы Три закона робототехники. Как оно все будет на самом деле доподлинно неизвестно, но Азимов попытался изобразить, что ждет человечество при встрече с ИИ [5].

Проблемы, которые могут полностью истребить все живое на Земле – вот, что несет искусственный интеллект, предупреждают ученые. «Все люди на Земле погибнут... это совершенно очевидно» [4] – шокирует своим прогнозом один из ведущих экспертов в области IT-технологий и сооснователь Института исследования машинного интеллекта Элиезер Юдковский. «Основная угроза заключается не в создании интеллекта, который сможет конкурировать с человеческим, а в разработке такого, который будет его превосходить» – утверждает он.

В 2023 г., когда ИНС стали трендом, широкую огласку получило письмо Стивена Рассела, Илона Маска, Стива Возняка вместе со множеством других исследователей IT-технологий. В нем они расписали угрозы, которые несут бесконтрольное обучение искусственного интеллекта и призвали отказаться от их обучения. Так, их опасения оказались не беспочвенны. Достижения нейронных сетей берут на вооружение нечистые на руку люди-киберпреступники. Генерация уникального вредоносного кода, обучение новым тактикам обмана нейросетями в купе с организацией кибератак и способностью обхода защитных программ – вот тот неполный перечень проблем, которые волнуют не только исследователей компьютерных технологий, но и силовые

структуры. Уже сегодня сотни тысяч преступлений в сети Интернет совершаются с помощью нейросетей [6].

В полемику с ними вступил глава корпорации «Майкрософт» Билл Гейтс. Он утверждал, что: «Я не думаю, что если мы попросим одну конкретную группу разработчиков приостановить свои исследования, это что-то изменит. Использование искусственного интеллекта несет колоссальные преимущества. Это значит, что нам просто нужно определиться с имеющимися рисками». Статья Гейтса «Эра искусственного интеллекта началась» более подробно раскрывает и перечисляет эти риски. Здесь же он рассуждает о перспективах, которые открываются перед бизнесом благодаря вкладу ИИ в разные области жизни. Проблемой миллиардер считает, что недостаточная способность справляться с абстрактными задачами и неспособность полностью осознать контекст поставленного запроса являются слабостями искусственного интеллекта, что затрудняет его использование в военных разработках. Также он затронул тему сверхумных нейросетей, однако счел, что их появление в ближайшем будущем невозможным [4].

С ним невозможно не согласиться. Нейросети сегодня – это начальный, зачаточный этап искусственного интеллекта и до полноценного очень и очень далеко. Самая продвинутая нейросеть имеет не более 10 млрд. нейронов, в то время как человеческий мозг содержит 86 млрд. биологических нейронов. В настоящий момент вычислительные возможности человеческого мозга просто невозможно повторить несмотря на сложные математические модели, из которых состоит нейросеть [7].

Возникновение ИНС и генеративного искусственного интеллекта является логичным следствием технологического прогресса. Облегчение жизни людей является главной задачей нейросетей, которая помогает в решении повседневных задач, исследовании и разработке новых медикаментов, а также в проведении экспериментов.

Но вместе с тем не стоит и забывать и о возможных негативных последствиях развития ИНС и ИИ. Это не только этические проблемы, но и возможность создания сильного ИИ, который вполне может уничтожить все человечество на планете. Сторонники развития ИИ утверждают, что события развиваются по сценарию с ядерным вооружением: его появлением и становлением. На заре, когда человек научился управлять силой атома, некоторые предполагали начало ядерной войны и не верили в мирное развитие. Аналогично, сейчас можно наблюдать сходную картину с искусственным интеллектом.

Но все зависит от людей, чтобы не говорили сторонники тех или иных теорий. ИИ будет развиваться именно так, что вложат в него его создатели. Ученые, разработчики и исследователи должны работать в тесной связке друг с

другом если хотят, чтобы их детище отвечало всем критериям дружелюбной, стабильной, а главное безопасной технологии.

Источники

1. Азимов А. Я, робот. М.: Эксмо, 2019. 320 с.
2. Искусственный интеллект (AI), машинное обучение и глубокое обучение: в чем разница. [Электронный ресурс]. URL: https://skillbox.ru/media/code/iskusstvennyy_intellekt_mashinnoe_obuchenie_i_glubokoe_obuchenie_v_chyem_raznitsa/?ysclid=m7n5zqefxo328882842 (дата обращения: 26. 02. 25).
3. «Искусственный интеллект создает ряд этических проблем, нуждающихся в решении». [Электронный ресурс]. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5912743?ysclid=m7lm6vq2y6229870126 (дата обращения: 26. 02. 25).
4. Лыков В. «Все умрут, включая детей». Как искусственный интеллект изменит интернет и почему этого боится даже Илон Маск. [Электронный ресурс]. https://lenta.ru/articles/2023/04/06/evilgpt/?ysclid=m7k5iv00w2529225408 (дата обращения: 27. 02. 25).
5. Салимов В. А. Образ будущего в зарубежной фантастике третьей четверти XX в. // Борьба народов СССР против фашизма и нацизма: современная рефлексия Второй мировой войны: сборник материалов Всеросс. Науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения профессора, историка-германиста, педагога, ветерана Великой Отечественной войны Я.В. Зайцева. Уфа, 2024. С. 54–60.
6. «Темная сторона» нейросетей: от «умного» фишинга до дронов-террористов. [Электронный ресурс]. URL: https://trends.rbc.ru/trends/industry/62a3332f9a7947fc4dd296d8 (дата обращения: 27. 02. 25).
7. Что такое нейросети: на что способны, как работают и кому нужны. [Электронный ресурс]. https://blog.eldorado.ru/publications/chto-takoe-neyroseti-na-chto-sposobny-kak-rabotayut-i-komu-nuzhny-35389 (дата обращения: 27. 02. 25).

УДК 004.8

ПЕРЕВОДЧИКИ В ЭПОХУ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОФЕССИИ В БУДУЩЕМ

Сафина Диляра Надировна, Дмитриева Елена Викторовна
КГЭУ, г. Казань, Россия
dilyara.safina.06@list.ru, elenadmitrieva75@yandex.ru

Аннотация. В данной статье проводится комплексный анализ трансформации профессии переводчика под влиянием стремительного развития технологий искусственного интеллекта (ИИ). На основе актуальных статистических данных и научных исследований российских и зарубежных авторов рассматривается динамика роста использования нейросетевых систем машинного перевода, анализируются их текущие возможности и ограничения. Особое внимание уделяется сравнительному анализу эффективности машинного и человеческого перевода в различных профессиональных сферах. В заключении формулируются прогнозы относительно будущего профессии и новых компетенций, которые потребуются от специалистов в условиях цифровой трансформации лингвистической отрасли.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинный перевод, профессиональные переводчики, автоматизация перевода, нейролингвистика, пост-редактирование.

TRANSLATORS IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: THE NEED FOR A PROFESSION IN THE FUTURE

Safina Dilyara Nadirovna, Dmitrieva Elena Viktorovna
KSPEU, Kazan, Russia
dilyara.safina.06@list.ru, elenadmitrieva75@yandex.ru

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the transformation of the translator's profession under the influence of the rapid development of artificial intelligence (AI) technologies. Based on current statistical data and scientific research by Russian and foreign authors, the dynamics of the growth of the use of neural network machine translation systems are considered, their current capabilities and limitations are analyzed. Particular attention is paid to a comparative analysis of the effectiveness of machine and human translation in various professional fields. In conclusion, forecasts are formulated regarding the future of the profession and new competencies that will be required from specialists in the context of the digital transformation of the linguistic industry.

Keywords: artificial intelligence, machine translation, professional translators, translation automation, neurolinguistics, post-editing.

Современная эпоха цифровых преобразований кардинальным образом преобразила сферу языковых технологий. Согласно данным Международной федерации переводчиков (FIT, 2023), за минувшее десятилетие объем рынка языковых услуг увеличился на впечатляющие 42%, при этом доля машинного перевода возросла с 15% до 65% от общего объема переводческих операций. Столь стремительная динамика обусловлена революционными достижениями в области нейросетевых технологий, особенно с появлением трансформерных архитектур типа GPT-4 и аналогичных интеллектуальных систем.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью переосмысления роли профессионального переводчика в новых технологических реалиях. Как справедливо отмечает профессор М. Кронин, современное переводоведение переживает момент бифуркации, когда традиционные парадигмы профессиональной деятельности требуют принципиального пересмотра [1].

Цель данной работы заключается в комплексном анализе текущего состояния и перспектив развития переводческой профессии в контексте прогрессирующей автоматизации.

Эволюция технологий перевода прошла путь от примитивных rule-based систем до сложных нейросетевых архитектур. Согласно анализу, рынок технологий перевода оценивается в $24 млрд, с ежегодным ростом на 18-22 % [2]. Среди ключевых технологических достижений последних лет особого внимания заслуживают:

1) Трансформерные архитектуры. Трансформеры — это нейросетевые модели, основанные на механизме самовнимания (self-attention), который позволяет алгоритму анализировать контекст слова во всем предложении, а не только в его ближайшем окружении (как в предыдущих RNN и LSTM-моделях). Благодаря трансформерам (например, Google Transformer, BERT, GPT) качество машинного перевода резко возросло, особенно в сложных случаях с многозначными словами, идиомами и длинными предложениями.

2) Multilingual-модели. Эти модели способны работать с множеством языков одновременно, используя общее семантическое пространство. В отличие от традиционных систем, требующих отдельных моделей для каждой языковой пары, multilingual-решения (например, mBART, NLLB от Meta) переводят между десятками языков без промежуточного перевода через английский. К основным преимуществам данных моделей относят: снижение затрат на поддержку малых языков; улучшение качества для языков с ограниченными параллельными корпусами; возможность кросс-культурного перевода без англоцентричного искажения.

3) Интеграция больших языковых моделей (LLM) в переводческие системы [3]. LLM (Large Language Models), такие как GPT-4, Claude, Gemini, используются не только для перевода, но и для:

– пост-редактирования (автоматическое исправление ошибок МП);

– контекстной адаптации (учет стиля, терминологии, жанра);

– генерации альтернативных вариантов перевода.

В результате современные системы не просто заменяют слова, а анализируют смысл, сохраняют стиль и адаптируются под задачу, но по-прежнему требуют контроля человека для сложных кейсов.

В таблице 1 представлен анализ применения машинного перевода по отраслям:

Таблица 1. Анализ применения машинного перевода по отраслям

Отрасль	Доля использования ИИ	Основные применения
IT	92 %	Техническая документация, интерфейсы
Электронная коммерция	88 %	Описания товаров, категорий
Медиа	76 %	Новостные материалы, пресс-релизы
Юриспруденция	45 %	Предварительный анализ документов
Медицина	38 %	Научные публикации, аннотации
Литература	12 %	Подстрочные переводы, черновики

Как видно из таблицы, степень внедрения ИИ-решений существенно варьируется в зависимости от требований к качеству и специфики контента.

Преимущества машинного перевода включают:

1) Непревзойденную скорость обработки (до 5000 слов/в минуту);

2) Возможность параллельной обработки множества языковых пар;

3) Круглосуточная доступность и низкая стоимость;

4) Обеспечение терминологической консистентности в масштабных проектах.

Однако, как показывают многочисленные исследования технологические ограничения остаются существенными [4]:

– Когнитивная неспособность распознавать имплицитные смыслы;

– Систематические ошибки в интерпретации прагматики высказываний.

Экспериментальные данные LSP-компаний (2023) подтверждают, что участие профессионального переводчика остается критически важным в следующих случаях:

1) Юридические документы (где ошибка может повлечь многомиллионные убытки);

2) Медицинские инструкции (вопросы безопасности пациентов);

3) Художественные тексты (сохранение эстетической ценности);

4) Рекламные материалы (необходимость креативной культурной адаптации).

Новые профессиональные горизонты включают перспективные специализации [2]:

1) Лингвистический инженер (обучение и тонкая настройка ИИ-моделей);

2) Менеджер языковых данных (курирование обучающих корпусов);

3) Специалист по межкультурной коммуникации (глубокая культурная адаптация).

Современные реалии языковой индустрии предъявляют к переводчикам принципиально новые требования. Согласно исследованиям, профессионал сегодня должен не только в совершенстве владеть иностранными языками, но и разбираться в специализированном программном обеспечении. Речь идет о свободном использовании CAT-инструментов, умении работать с API переводческих систем и понимании основ data science [5]. Эти компетенции становятся критически важными в эпоху повсеместной интеграции искусственного интеллекта в переводческую деятельность.

Аналогичные изменения наблюдаются и в образовательных программах ведущих лингвистических вузов. За последние годы доля технических дисциплин в учебных планах увеличилась на 40%, что отражает растущий спрос на цифровые навыки. Наряду с традиционными курсами появляются инновационные направления, такие как нейролингвистика, изучающая процессы языкового восприятия с точки зрения работы мозга. Особый акцент делается на развитии когнитивных и аналитических способностей студентов, поскольку именно эти навыки позволяют будущим специалистам эффективно взаимодействовать с ИИ-системами и сохранять конкурентное преимущество в профессии.

Такой комплексный подход к подготовке переводчиков демонстрирует, как академическая сфера адаптируется к вызовам цифровой эпохи, формируя новое поколение специалистов, готовых к работе на стыке лингвистики и высоких технологий.

Проведенное исследование позволяет констатировать, что, несмотря на впечатляющие успехи нейросетевых технологий, полная автоматизация переводческой деятельности в обозримой перспективе остается недостижимой целью. Принципиальное ограничение искусственного интеллекта заключается в его неспособности к подлинному пониманию культурного контекста, распознаванию тонких смысловых нюансов и творческой адаптации содержания.

Профессия переводчика, безусловно, сохранит свою актуальность, однако претерпит значительную трансформацию. На смену традиционной модели «человек-переводчик» придет принципиально новая парадигма профессиональной деятельности, основанная на эффективном симбиозе человеческого интеллекта и искусственного разума [6]. В этом альянсе за ИИ останутся задачи обработки больших объемов информации, обеспечения терминологической согласованности и первичного перевода стандартизированных текстов, в то время как человек сосредоточится на сложных когнитивных функциях.

Таким образом, развитие переводческой профессии идет по пути не замены, а обогащения человеческого потенциала за счет технологических возможностей. Будущее принадлежит профессионалам, способным органично сочетать глубокие лингвистические знания с цифровой грамотностью и межкультурной компетентностью.

Источники

1. Bender E.M., Gebru T., McMillan-Major A., Shmitchell S. On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? // Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT '21). – 2021. – Pp. 610-623.

2. Классификация текстовых документов на основе технологии text mIning / А. А. Алексеев, А. С. Катасев, А. Е. Кириллов, А. П. Кирпичников // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 18. – С. 116-119.

3. Лютянская, М. М. Сохранение связности текста в процессе постредактирования машинного перевода (когнитивный аспект) / М. М. Лютянская, Е. С. Коканова // Когнитивные исследования языка. – 2022. – № 3(50). – С. 680-683.

4. Пырнова О.А. Эффективные способы изучения английского языка // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-1. – С. 146-148.

5. Юсупова, Р. И. Оценка эффективности нейросети ChatGPT и её применение в современном мире / Р. И. Юсупова // Тинчуринские чтения - 2023 «Энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 26–28 апреля 2023 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Том 3. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 165-168.

6. Караулов Ю.Н. Цифровая лингвистика: новые горизонты. – М.: Наука, 2023. –254 с.

УДК 004.056

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Сафиуллин Ильмир Ильгизарович, Галимова Руфина Камилевна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
kai@mail.ru

Аннотация. В статье проанализированы современные технологии искусственного интеллекта (ИИ), их применение в различных отраслях знаний и производства, а также связанные с ними этические вопросы. Рассмотрены математические основы ИИ, например, алгоритмы машинного обучения и нейронных сетей, научно доказанные примеры их эффективности. Приведены ссылки на исследования из различных источников и данные экспериментов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, обработка естественного языка, компьютерное зрение, этика ИИ, градиентный спуск, научные исследования.

MATHEMATICAL FOUNDATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

Safiullin Ilmir Ilgizarovich, Galimova Rufina Kamilevna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
kai@mail.ru

Abstract. The article analyzes modern artificial intelligence (AI) technologies, their application in various branches of knowledge and production, as well as related ethical issues. The mathematical foundations of AI, such as machine learning and neural network algorithms, and scientifically proven examples of their effectiveness are considered. Links to research from various sources and experimental data are provided.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, neural networks, natural language processing, computer vision, AI ethics, gradient descent, scientific research.

Искусственный интеллект (ИИ) – это математическая дисциплина, связанная с использованием математических моделей [1,2]. Все модели ИИ созданы с использованием математических решений и идей: из разделов математического анализа (дифференцирование сложных функций), линейной алгебры (матричное счисление), математического программирования (теория оптимизации), математической статистики и теории вероятностей. Например,

градиентный спуск – метод минимизации функции потерь в машинном обучении – стал основой для обучения нейронных сетей [3]. В настоящее время ИИ демонстрирует возможности в различных отраслях деятельности человека, от диагностики заболеваний до прогнозирования климата [4].

Основные технологии ИИ, искусственные нейронные сети. Любые эксперименты и исследования призваны определять взаимосвязи и их виды между различными количественными параметрами, создавать модели явлений [5-8]. ИИ – это технология создания модели понимания мышления. Нейронные сети – один из подходов к созданию ИИ. Различают следующие типы нейронных сетей: перцептроны (модель восприятия информации мозгом), рекуррентные нейронные сети (модели, используемые в обработке естественного языка), сверточные нейронные сети (модели для генерации изображений). Категории задач, призванные для решения нейронными сетями: классификация, предсказание, распознавание, генерация искусственного контента, оценка качества генерации, автокодирование [6].

Возможности ИИ и нейронных сетей:

– Машинное обучение и глубокое обучение. Основополагающая технология, лежащая в основе машинного обучения и глубокого обучения – компьютерные алгоритмы для обработки больших массивов данных. Важнейшим компонентом в машинном и глубоком обучении является функция потерь (Loss Function) – математическая функция, которая позволяет дать количественную оценку соответствия прогнозов модели истинным результатам:

$$L(\theta) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(y_i - f(x_i;\theta)\right)^2, \quad (1)$$

где θ – параметры модели, y_i – целевые значения, $f(x_i;\theta)$ – предсказание модели. Функция потерь связана с архитектурой сверточных нейронных сетей, поскольку все целевые значения и параметры сети входят в нее, и цель обучения нейронной сети – получение таких параметров, которые обеспечивали бы минимум этой функции.

Открытие архитектур сверточных нейронных сетей способствовало увеличению точности и производительности систем распознавания образов. Исследование 2012 года показало, что, по сравнению с традиционными методами в области распознавания изображений, глубокая сверточная нейронная сеть для классификации изображений AlexNet снижает ошибку в распознавании изображений на 41 % [9].

– Обработка естественного языка (NLP). Известной моделью обработки естественного языка является Transformer. Трансформеры – это архитектура нейронных сетей, основанная на механизме внимания (Attention) и

позволяющая моделям учитывать контекст слова в предложении. Механизм внимания используется в рекуррентных нейронных сетях и сверточных нейронных сетях для установления связи между различными частями входных и выходных данных.

В [10] описана способность языковой программной модели GPT-3 (Generative Pretrained Transformer) генерировать связные тексты, достигая точности 92% в задачах классификации. Для достижения требуемого результата достаточно показать нейросети несколько образцов желаемого.

– Компьютерное зрение. Сверточные нейронные сети используют фильтры для выделения признаков. Например, в медицинской диагностике модель ResNet-50, созданная для распознавания объектов, достигает точности 98% в обнаружении опухолей на МРТ и может классифицировать до 1000 объектов [11].

ИИ – это симбиоз математики, математического моделирования, использования и анализа больших данных, вопросов и проблем этики. Каждая технология требует ответственного внедрения с учетом рисков и угроз, возникающих при развитии ИИ.

Источники

1. Якупов, З. Я., Галимова Р. К. Об Адамаровых матрицах // Математика в современном мире: Материалы Международной конференции, посвященной 150-летию Д. А. Граве, Вологда, 07–10 октября 2013 года / Вологодский государственный педагогический университет. – Вологда, 2013. – С. 40-41.

2. Якупов З. Я., Филичев А. С., Галимова Р. К. Защита информационного пространства с использованием технологии RBHM // Аналитическая механика, устойчивость и управление: Труды XI Международной Четаевской конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Н. Г. Четаева и памяти академика АН РТ Т. К. Сиразетдинова, Казань, 13–17 июня 2017 года. Том 4. – Казань: Казанский государственный технический университет им. А. Н. Туполева, 2017. – С. 286-291.

3. Гудфеллоу Я., Бенжио И., Курвилль А. Глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2018.

4. Тополь Э. Глубокая медицина: Как искусственный интеллект делает здравоохранение человечным. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020.

5. Якупов З. Я., Галимова Р. К. Математическое моделирование технологических процессов в цифровой среде // Математика и проблемы образования: Материалы 41-го Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических

вузов, Киров, 22–24 сентября 2022 года. – Киров: Издательство «Веси», 2022. – С. 183-184.

6. Якупов З. Я. Матрицы Адамара: закономерности построения, свойства, применение: Монография / З. Я. Якупов – М: ДéЛибри, 2023. – 86 с.

7. Якупов З. Я., Галимова Р. К. Основная концепция исследования групп преобразований Ляпунова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73, № 4. – С. 171-176.

8. Takseitov R. R., Galimova R. K., Yakupov Z. Y. On the issue of modeling the processing of materials by plasma of a vapor-gas discharge with liquid electrodes // Journal of Physics: Conference Series : 12, Kazan, 10–12 ноября 2020 года. – Kazan, 2021. – P. 012012.

9. Крижевский А. и др. Классификация ImageNet с использованием глубоких сверточных нейронных сетей // Журнал «Открытые системы. СУБД», № 5, 2013. – С. 12-19.

10. Копиев Г. GPT-3 научили искать ответы в интернете и подкреплять их ссылками в интернете // Научный портал N+1, 2021 [Электронный ресурс] https://nplus1.ru/news/2021/12/17/webgpt (дата обращения 31.03.2025).

11. Смирнов К. В. Применение глубоких нейросетей в диагностике онкологических заболеваний // Журнал «Цифровая медицина», № 4, 2020. – С. 45-53.

УДК 004.896

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМАХ ПРЕДИКТИВНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сафиуллин Рамиль Наилевич, Исавнин Алексей Геннадьевич
КГЭУ, г. Казань, Россия
r.safullin@yandex.ru, isavnin@mail.ru

Аннотация. В статье исследовано применение искусственного интеллекта в предиктивном обслуживании оборудования. Было предложено решение на основе машинного обучения и IoT для прогнозирования отказов, рассмотрены теоретические аспекты и проведена практическая апробация. Был разработан интегрированный комплекс для анализа данных в реальном времени.

Ключевые слова: предиктивное обслуживание, искусственный интеллект, машинное обучение, анализ данных, отказ оборудования, диагностика, нейронные сети, техническое обслуживание.

RESEARCH OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE CAPABILITIES IN PREDICTIVE MAINTENANCE SYSTEMS OF TECHNICAL EQUIPMENT

Safiullin Ramil Nailevich, Isavnin Aleksey Gennadievich
KSPEU, Kazan, Russia
r.safullin@yandex.ru, isavnin@mail.ru

Abstract. The article examines the use of artificial intelligence in predictive maintenance of equipment. A solution based on machine learning and IoT for predicting failures was proposed, theoretical aspects were considered and practical testing was carried out. An integrated complex for real-time data analysis has been developed.

Keywords: predictive maintenance, artificial intelligence, machine learning, data analysis, equipment failure, diagnostics, neural networks, maintenance.

Современные производственные процессы требуют высокой надежности оборудования, однако традиционные методы технического обслуживания уже не способны эффективно справляться с этим вызовом. Регламентное обслуживание зачастую приводит к ненужным расходам, а реактивный подход, при котором ремонт выполняется только после поломки, чреват внезапными авариями и дорогостоящими простоями. В условиях стремительного развития

технологий предприятиям необходим новый уровень предиктивного обслуживания, основанный на анализе данных и интеллектуальных алгоритмах.

Искусственный интеллект (ИИ) открывает перед промышленностью новые возможности, позволяя обрабатывать огромные объемы информации, выявлять скрытые закономерности и заблаговременно прогнозировать возможные отказы оборудования. Однако простого внедрения ИИ недостаточно – эффективность таких систем во многом зависит от качества входных данных и точности применяемых моделей [1].

Новизна данного исследования заключается в разработке гибридного подхода, объединяющего сильные стороны различных методов прогнозирования. Особое внимание уделено созданию уникальной методологии предварительной фильтрации и нормализации данных, что позволяет минимизировать шум, повысить достоверность анализа и добиться более точных прогнозов. Такой подход не только улучшает надежность оборудования, но и способствует более эффективному управлению ресурсами, снижая затраты и повышая общую производственную эффективность.

Предиктивное обслуживание (ПО) – это новый уровень управления техническим состоянием оборудования, основанный на анализе данных и прогнозировании отказов. В отличие от традиционного подхода, когда ремонт проводится либо по заранее установленному графику, либо уже после поломки, предиктивное обслуживание позволяет предсказать возможные неисправности и устранить их ещё до того, как они приведут к серьезным последствиям.

В основе этой технологии лежит сбор данных с датчиков и IoT-устройств, которые фиксируют критически важные параметры работы оборудования: температуру, вибрацию, давление, уровень шума и другие показатели. Эти данные в режиме реального времени анализируются с помощью алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта. Системы сравнивают текущие показатели с историческими, выявляют отклонения и определяют закономерности, предсказывая возможные сбои.

Такой подход обеспечивает сразу несколько ключевых преимуществ. Во-первых, он значительно снижает затраты на ремонт, поскольку позволяет заменить изношенные детали до их полного выхода из строя, предотвращая дорогостоящие аварии. Во-вторых, уменьшает время простоя оборудования: если раньше остановка производства могла быть внезапной и затяжной, то теперь она планируется заранее и занимает минимум времени. В-третьих, предиктивное обслуживание продлевает срок службы оборудования, поскольку предотвращает разрушение компонентов, работавших на пределе своих возможностей [2].

Особенно актуальна эта технология в сферах, где сбои в работе оборудования могут привести к серьезным финансовым потерям или даже к

угрозе жизни людей. Это авиация, энергетика, металлургия, нефтегазовая промышленность, транспорт и медицина. Например, в авиации системы предиктивного обслуживания позволяют отслеживать состояние двигателей, прогнозировать их износ и проводить техническое обслуживание без необходимости снимать самолёт с рейсов на длительное время. В энергетике это помогает предотвращать аварии на подстанциях и продлевать срок службы турбин.

Внедрение предиктивного обслуживания требует грамотной стратегии цифровизации, интеграции с существующими системами управления и, что особенно важно, квалифицированных специалистов, способных работать с большими массивами данных и понимать, как интерпретировать результаты анализа.

Таким образом, предиктивное обслуживание – это не просто новый подход к техническому обслуживанию, а важный шаг в развитии умного производства и цифровой трансформации предприятий. Оно меняет сам принцип взаимодействия с оборудованием: теперь компании не просто реагируют на поломки, а предотвращают их, повышая эффективность, снижая затраты и обеспечивая бесперебойную работу даже в самых сложных условиях.

В практической части была создана интегрированная система, объединяющая сбор данных, их обработку и визуализацию результатов в режиме реального времени. Для наглядности была представлена демонстрационная часть, реализованная на языке Dart. Ниже приведен пример кода, который симулирует сбор данных с датчиков, проводит их первичную обработку и на основе простого правила прогнозирует возможный отказ оборудования.

```dart
import 'dart:math';

/// Класс для хранения данных с датчиков.
class SensorData {
  final DateTime timestamp;
  final double temperature;
  final double vibration;

  SensorData(this.timestamp, this.temperature, this.vibration);
}

/// Простая модель предиктивного обслуживания с пороговыми значениями.
class PredictiveMaintenanceModel {
  final double temperatureThreshold;
  final double vibrationThreshold;

  PredictiveMaintenanceModel({
    this.temperatureThreshold = 80.0,
    this.vibrationThreshold = 5.0,
  });

  /// Функция прогнозирования отказа оборудования.
  bool predictFailure(SensorData data) {
    // Если температура или вибрация превышают заданный порог, предсказываем потенциальный отказ.
    if (data.temperature > temperatureThreshold || data.vibration > vibrationThreshold) {
      return true;
    }
    return false;
  }
}
```

Рис.1. Реализация кода

```
    return false;
  }
}

void main() {
  final random = Random();
  // Генерация имитационных данных с датчиков.
  List<SensorData> dataList = List.generate(10, (index) {
    return SensorData(
      DateTime.now().add(Duration(minutes: index * 10)),
      70 + random.nextDouble() * 20,  // Температура в диапазоне от 70 до 90 градусов.
      3 + random.nextDouble() * 3,    // Вибрация в диапазоне от 3 до 6 единиц.
    );
  });

  final model = PredictiveMaintenanceModel();

  // Обработка данных и прогнозирование отказа.
  for (var data in dataList) {
    bool failurePredicted = model.predictFailure(data);
    print('Время: ${data.timestamp}, Температура: ${data.temperature.toStringAsFixed(2)}, '
        'Вибрация: ${data.vibration.toStringAsFixed(2)} - Прогноз отказа: ${failurePredicted ? "Да" : "Нет"}');
  }
}
```

Рис.2. Реализация кода

Данный код демонстрирует базовую схему работы системы: осуществляется генерация синтетических данных, их анализ посредством простой логики, сравнения с установленными пороговыми значениями, и на основании этого выдается прогноз.

Внедрение искусственного интеллекта в предиктивное обслуживание позволяет оперативно выявлять критические отклонения, что оптимизирует ремонтные мероприятия. Практическая апробация демонстрирует эффективность подхода и его потенциал для дальнейшей цифровой трансформации промышленности.

Источники

1. Жиляков А.А. Роль искусственного интеллекта в улучшении предиктивных возможностей цифровых двойников для оптимизации технического обслуживания в промышленности // Endless light in science. 2023. С. 318-322.

2. Сазонов С.Н., Фещенко В.С. Применение искусственного интеллекта (ИИ) для предсказательного обслуживания в промышленных системах // Наука и бизнес: пути развития. 2024. № 5 (155). С. 101-104.

УДК. 004.8

РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕКСТА В PDF-ДОКУМЕНТАХ И ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ OCR

Сидоренко Д.В., Бикмуллина И.И.
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
Dmitri997@mail.ru, elsiyar-b@yandex.ru

Аннотация. Данная статья направлена на исследования существующих методов для распознавания текста в PDF документах и изображениях, включая алгоритмы традиционного и глубокого обучения. Особое внимание уделено методу Optical Character Recognition (OCR), применяемому в распознавании естественного языка и английского языка. Апробация теоретических данных была осуществлена за счет разработки программной системы, позволяющей автоматизировать процесс извлечения текстовой информации из сложных многоуровневых PDF-документов и изображений. В ходе исследования был изучен метод OCR, способствующий повышению точности и скорости обработки текстовых данных, что делает его эффективным инструментом для использования в образовательной деятельности.

Ключевые слова: OCR, распознавание текста, PDF-документы, текст на изображениях, алгоритм OCR.

OCR TEXT RECOGNITION IN PDF DOCUMENTS AND IMAGES

Sidorenko D.V., Bikmullina I.I.
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
Dmitri997@mail.ru, elsiyar-b@yandex.ru

Abstract. This article is aimed at researching existing methods for text recognition in PDF documents and images, including traditional and deep learning algorithms. Special attention is paid to the Optical Character Recognition (OCR) method used in natural language and English language recognition. The testing of theoretical data was carried out by developing a software system that automates the process of extracting text information from complex multi-level PDF documents and images. In the course of the research, the OCR method was studied, which helps to increase the accuracy and speed of text data processing, which makes it an effective tool for use in educational activities.

Keywords: OCR, text recognition, PDF documents, text on images, OCR algorithm.

В современном мире объем цифровой информации стремительно растет, включая данные в виде PDF-документов и изображений. Однако для обеспечения удобного поиска, анализа и обработки информации важно преобразовать графические данные в текстовый формат. Распознавание текста с

помощью метода OCR [2] становиться важным инструментом, позволяющим автоматизировать этот процесс и значительно повышать производительность работы с неструктурированными данными.

Объектом исследования является цифровые документы и изображения, содержащие текстовую информацию.

Предметом исследования является методы и алгоритмы OCR для преобразования графических данных в текстовый формат.

Целью исследования является разработка и анализ метода OCR, обеспечивающая высокую точность и эффективность распознавания текста в сложных макетах документов и изображений. Для достижения этой цели были рассмотрены существующие методы и технологии распознавания естественного и английского языков, а также разработана система на основе Python с применением алгоритмов предварительной обработки изображений, извлечения текста, лемматизации и машинного обучения.

Актуальность состоит в необходимости эффективной обработки больших объемов текстовых данных в PDF-документах и изображениях, что делает метод OCR одной из ключевых в условиях цифровизации и роста данных. Современные подходы, основанные на глубоких нейронных сетях, позволяют решать эту задачу с высокой степенью точности, что способствует повышению производительности и качества работы с информацией. Рассматривая метод OCR с практической точки зрения, он может применяться для автоматизации процессов обработки документов в различных областях, включая документооборот, анализ данных, образование и компьютерном зрении.

Проблемы исследования заключаются в сложности обработке многоуровневых макетов документов, распознавание текста в низкокачественных изображений, мультиязычные тексты (китайский, японский и тому подобное) и рукописные тексты. Для решения этих задач требуется разработать новые подходы или совершенствовать существующие методы, в которых предусмотрен данный функционал.

Распознавание текста включает широкий спектр подходов, которые можно разделить на несколько категорий, каждая из которых имеет свои особенности и области применения [1]. Классические методы OCR основываются на анализе формы символов и их сравнении с заранее обученными шаблонами. Эти методы включают в себя алгоритмы, которые сегментируют изображения на отдельные символы, строки и слова для последующего анализа. Они показывают хорошую производительность на простых документах с фиксированным форматом, но их точность снижается при работе со сложными шрифтами, рукописным текстом и изображениями низкого качества.

Таблица 1. Сравнительная таблица методов.

Метод	Эффективность	Производительность	Ресурсоемкость	Применения
Классические OCR	Средняя	Высокая	Низкая	Подходят для простых документов, требуют качественных изображений
HWR	Средняя	Средняя	Средняя	Специализирован для рукописного текста, требует мощных алгоритмов сегментации.
CNN	Высокая	Средняя	Высокая	Эффективны для сложных изображений, требуют значительных вычислительных мощностей.
RNN/LSTM	Высокая	Средняя	Высокая	Подходят для последовательного текста, особенно рукописного.
Transformers	Очень высокая	Средняя	Высокая	Современные подходы, обеспечивают лучшую точность, особенно для сложных задач.
Гибридные методы (CRNN)	Очень высокая	Средняя	Высокая	Универсальны для широкого спектра задач.

В табл. 1 приведен сравнительный анализ существующих методов распознавания текста. Эффективность и производительность зависят от качества данных, сложности текстов и требований к ресурсоемкости. Для сложных текстов с высокой точностью рекомендуются гибридные методы или трансформеры, а для простых документов – OCR, который и будет использоваться в данном исследовании, так как он располагают нужным функционалом распознавания текстов в документах и изображениях [3, 4]. В дальнейшем данный метод будет дорабатываться, как гибридный метод с нейронной сетью, в отдельном проекте, где будет обрабатываться информация для языков программирования в образовательных целях, которые будут применяться в компьютерном тренажере. В дальнейшем основной упор, в исследовании, будет уделен методу OCR, на основе которого будет рассмотрен теоретический и практический материалы.

Алгоритм метода OCR. Стандартный процесс OCR включает несколько этапов, позволяющие обеспечить высокую точность и широкую применимость, включая обработку многоязычных текстов и сложных макетов документов [5]:

1. Предварительная обработка изображений. Позволяет удалять шумы, выравнивается текст, выполняется бинаризация и нормализация изображения,

что улучшает читаемость текста и повышает точность дальнейшего распознавания.

2. Сегментация текста. Изображение разбивается на текстовые области, строки и отдельные символы.

3. Распознавание символов. Позволяет преобразовывать графические элементы в текстовые символы, используя обученные модели, включая шаблонные подходы, нейронные сети или комбинированные методы.

4. Постобработка. Исправляет ошибки распознавания, проверяет орфографию, восстанавливает структуру документа.

В ходе исследования была произведена апробация теоретического материала путем разработки программного обеспечения, созданного в рамках данного исследования, которое реализует полный цикл OCR: от предварительной обработки изображений и сегментации текста до распознавания символов и постобработки. Разработанная система успешно протестирована на различных типах документов и изображений, включая сложные макеты и многоязычные тексты, что подтвердило ее эффективность и практическую применимость в задачах информации.

Реализация метода OCR. В реализации OCR используются различные технологии и библиотеки для обработки изображений, распознавания текста, его анализа и сохранения результатов. Библиотека Tesseract является основным инструментом распознавания текста. Используется для извлечения текста из изображений после их предварительной обработки. Предварительная обработка, подготавливает изображение для OCR, включая перевод в градации серого, инверсию цветов и удаление шумов с помощью фильтров. Это улучшает качество данных для распознавания. После можно приступать к распознаванию текста из изображений воспользовавшись внутренней командой pytessercat.iamge_to_string(), и, используя библиотеку PyMuPDF, чтобы извлечь текст из PDF-документов. Для определения языка также используется библиотека langdetect, чтобы понять на каком языке был отправлен документ. Также для дальнейшего использования, например, в нейронных сетях была проведена лемматизация распознанного текста с использованием SpaCy для английского и PyMorphy2 для русского языков, что также упрощает для последующего анализа. И только после всех проделанных действий результат сохраняется в формате JSON и DOCX для более приятного, читабельного вида

Графический интерфейс. Встроенный интерфейс на базе Tkinter позволяет пользователю загружать файлы (PDF или изображения) и получать результат распознавания в удобном формате.

На данных рис. 1 продемонстрировано использования метода OCR для распознавания текста в PDF-документах и на изображениях. Тем самым показав неплохие результаты распознавания и приведение лемматизации текста.

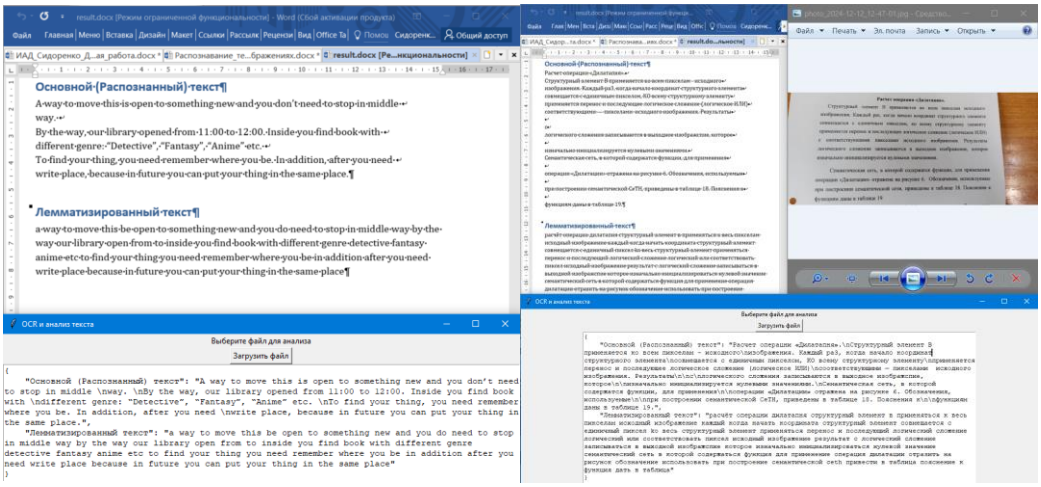


Рис. 1. Графический интерфейс с входными данными PDF-документа на английском языке и изображение на русском языке.

Результаты проведённого исследования демонстрируют, что современные методы OCR обладают высокой точностью и универсальностью при распознавании текста в PDF-документах и изображениях. Применение глубоких нейронных сетей позволяет эффективно справляться с задачами обработки данных, включая сложные макеты, рукописные тексты и многослойные документы. Тем не менее, остаются нерешённые проблемы, связанные с обработкой низкокачественных изображений и адаптацией моделей для мультиязычных документов, что требует дальнейших исследований.

Источники

1. Mori S., Suen C. Y., Yamamoto K. Historical review of OCR research and development //Proceedings of the IEEE. – 1992. – Т. 80. – №. 7. – С. 1029-1058.

2. Smith R. An overview of the Tesseract OCR engine //Ninth international conference on document analysis and recognition (ICDAR 2007). – IEEE, 2007. – Т. 2. – С. 629-633.

3. Черкасов Д. Ю., Иванов В. В. Машинное обучение //Наука, техника и образование. – 2018. – №. 5 (46). – С. 85-87.

4. Денисенко А. А. Исследование и разработка системы распознавания текста на изображении //Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – №. 5. – С. 87-91.

5. Илларионов А. А., Чернов А. А. Обзор методов распознавания текста // Аллея науки. – 2019. – Т. 2. – №. 5. – С. 1094-1098.

УДК 004.93

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ НЕЙРОСЕТЕВОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПОСТОРОННИХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ АЭРОДРОМА

Силкина Ольга Юрьевна[1], Катасёв Алексей Сергеевич[1,2]
[1]ФГБОУ ВО «КГЭУ», [2]ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
[1]S-Olga2002@yandex.ru, [2]Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена проблема обнаружения посторонних объектов на территории аэродрома. Отмечается, что безопасность полетов играет ключевую роль в организации авиаперевозок. Проблема безопасности полетов, связанная с посторонними объектами на аэродроме, не может быть решена путем модернизации технического устройства воздушного судна. Единственным эффективным решением является поддержание территории аэродрома в надлежащем состоянии за счет обнаружения и удаления посторонних объектов. Существующие системы, решающие указанную проблему, являются дорогостоящими. В качестве альтернативы предлагается разработка интеллектуальной системы на базе сверточной нейронной сети. Формулируются перспективные задачи исследования.

Ключевые слова: аэродром, обнаружение посторонних предметов, сверточная нейронная сеть, нейросетевое моделирование, интеллектуальная система.

ANALYSIS OF THE PROBLEM AND POSSIBILITIES OF NEURAL NETWORK DETECTION OF FOREIGN OBJECTS ON THE TERRITORY OF AN AIRFIELD

Silkina Olga Yurievna [1], Katasev Alexey Sergeevich[1,2]
[1]KSPEU, [2]KNRTU-KAI, Kazan, Russia
[1]S-Olga2002@yandex.ru, [2]Kat_726@mail.ru

Abstract. The problem of detecting foreign objects on the territory of an airfield is considered. It is noted that flight safety plays a key role in the organization of air transportation. The problem of flight safety associated with foreign objects on the airfield cannot be solved by upgrading the technical device of the aircraft. The only effective solution is to maintain the airfield in proper condition by detecting and removing foreign objects. Existing systems that solve this problem are expensive. As an alternative, the development of an intelligent system based on a convolutional neural network is proposed. Promising research tasks are formulated.

Keywords: airfield, foreign object detection, convolutional neural network, neural network modeling, intelligent system.

Безопасность полетов играет ключевую роль в организации процесса авиаперевозок и заключается в исключении возможности возникновения авиационных происшествий, вызываемых различными факторами, которые можно разделить на три группы [1]:

1) опасности техники (определяются внутренними свойствами авиационно-технической системы);

2) человеческий фактор (некачественное техническое обслуживание, ошибки экипажа и диспетчеров, несовершенство технической или нормативной документации и др.);

3) опасности внешней среды (плохая погода, недостаточная видимость, стаи птиц и др.).

Деятельность по обеспечению безопасности полетов осуществляется на всех этапах его организации, начиная с подготовки и заканчивая непосредственно самим полетом.

Обеспечение безопасности полетов включает в себя следующие меры [2]:

1) организацию антитеррористической безопасности (т.е. защита от актов незаконного вмешательства, которые включают захват самолетов для угона или террористических атак, взрывов; захват заложников с целью получения материальных или иных выгод; насильственная смена курса самолета, в том числе в страны третьего мира; сообщение ложной информации, связанной с появлением угрозы безопасности);

2) организацию технической безопасности воздушных судов (ВС), причинами нарушения которой могут стать ошибки в процессе производства, эксплуатации и технического обслуживания ВС, а также внешние угрозы со стороны окружающей среды.

Одной из основополагающих мер по обеспечению технической безопасности ВС, является обеспечение безопасных условий их стоянки и взлета на аэродроме, а именно защита от воздействия посторонних объектов. Такими объектами могут быть птицы, камни, отделившиеся фрагменты ВС, уплотнитель межплиточных швов, посторонний мусор и т.д. Наличие таких объектов на территории рулежных дорожек, взлетно-посадочной полосы и на территории аэродрома в целом может привести к попаданию объектов в двигатели ВС, повреждению корпуса ВС, что впоследствии способно привести к отказу двигателей и нарушению работы бортовых систем.

Проблема безопасности полетов, связанная с посторонними объектами на аэродроме, в настоящее время не может быть решена путем модернизации технического устройства ВС, так как использование защитных решеток на турбореактивных двигателях приводит к увеличению аэродинамического сопротивления и уменьшению тяги, в результате чего риск возникновения аварийной ситуации только возрастает [3].

Таким образом, единственным эффективным решением указанной проблемы является поддержание аэродрома в надлежащем состоянии за счет своевременного контроля и удалению посторонних объектов с территории.

Существует ряд систем для решения проблемы, связанной с поиском посторонних объектов на аэродроме. Например, такими системами являются [4]: СКВПП – 76 (радиолокатор, предназначенный для круглосуточного поиска мусора на взлетно-посадочной полосе, соответствующего эталону), RunWize (комплексное решение, использующее сочетание радаров миллиметрового диапазона с электрооптическими изображениями высокого разрешения), Tarsier (интеллектуальная система с полностью автоматическими возможностями обнаружения посторонних объектов на основе сенсоров).

Современные системы, используемые для обнаружения посторонних объектов, используют два физических принципа, в том числе в виде совместных решений: радары миллиметрового диапазона; камеры видимого и инфракрасного спектра, в т.ч. с системой распознавания образов; гибридные системы «радар+камера». Однако у всех таких систем есть общий недостаток: они дороги как сами по себе, так и по стоимости внедрения в инфраструктуру аэропорта [5].

В качестве альтернативного и эффективного решения проблемы обнаружения посторонних объектов на аэродроме предлагается использование сверточных нейронных сетей [6]. Они широко применяются в системах компьютерного зрения для распознавания объектов на изображениях [7-9]. С помощью модели сверточной нейронной сети может быть реализован удобный механизм обнаружения посторонних объектов как на взлетно-посадочной полосе и рулежных дорожках, так и в небе над аэродромом (что становится актуальным в случае, когда посторонним объектом являются птицы).

В перспективе планируется проведение исследований в этом направлении и разработка интеллектуальной системы на базе сверточной нейросетевой модели [10, 11], позволяющей эффективно обнаруживать посторонние объекты на территории аэродрома и в небе над аэропортом. Для этого потребуются поиск и подготовка репрезентативного набора данных [12], включающего в себя всевозможные предметы, которые могут считаться посторонними на территории аэродрома, выбор архитектуры сверточной нейронной сети [13, 14], ее обучение и программная реализация интеллектуальной системы с последующим ее тестированием на реальных объектах.

Источники

1. Мешанков Д.В., Тихонов А.И. Создание современной системы обеспечения безопасности полетов на воздушном транспорте // Московский экономический журнал. 2022. №1. С. 801-811.

2. Петрова О.С. Современные средства обеспечения авиационной безопасности в аэропорту // Вестник магистратуры. 2019. №3-2 (90). С. 68-70.

3. Перекрест В. Чем опасен август для авиаполетов: В двигатель А321 попали молодые птицы // Комсомольская правда. 2019. URL: https://kp-ru.turbopages.org/kp.ru/s/daily/27016/4078834/ (Дата обращения: 20.02.2025).

4. Шиферштейн М.К., Горюшинский В.В., Лизунова Е.Э., Негода Т.В., Горбачева И.И. Системы контроля взлетно-посадочной полосы аэропорта // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2020. С. 1064-1066.

5. «Спасите Конкорд» или репортаж с испытаний российской радиолокационной системы поиска посторонних предметов на ВПП // Хабр. URL: https://habr.com/ru/articles/497136/ (Дата обращения: 20.02.2025).

6. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Кунафина Л.Н. Сверточная нейросетевая модель сортировки бытовых отходов // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 101-105.

7. Пырнова О.А., Кузнецов М.Г., Никоноров Д.П. Использование сверточной нейронной сети для выявления заболеваний растений // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 369-372.

8. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.

9. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.

10. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

11. Минниханов Р.Н., Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Скибин В. Нейросетевые сверточные модели обнаружения и распознавания сигналов светофора // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 11. С. 199-205.

12. Нгуен Т.Т., Зарипова Р.С., Нгуен Ф.Х. BIG DATA: применение больших данных на практике // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 9. С. 120-122.

13. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Подольская М.А. Модель коллектива нейронных сетей и программный комплекс для определения функционального состояния человека // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2018. № 1 (41). С. 69-85.

14. Федотов И.С. Исследование эффективных архитектур сверточных нейронных сетей для классификации изображений // Вестник науки. 2023. Т. 1. № 9 (66). С. 129-131.

УДК 004.93

ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОСТОРОННИХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ АЭРОДРОМА

Силкина Ольга Юрьевна[1], Катасёв Алексей Сергеевич[1,2]
[1]ФГБОУ ВО «КГЭУ», [2]ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
[1]S-Olga2002@yandex.ru, [2]Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача выбора архитектуры нейронной сети для обнаружения посторонних объектов на территории аэродрома. Дается определение понятию «нейронная сеть». Приведены факторы, влияющие на качество функционирования нейронной сети. Для обнаружения посторонних объектов на территории аэродрома среди множества рассмотренных архитектур выбрана архитектура сверточных нейронных сетей. Отмечено, что использование этого класса нейронных сетей позволит анализировать фотографии и видео с территории аэродрома, автоматически выявлять и классифицировать посторонние объекты. Сформулированы перспективные задачи исследования.

Ключевые слова: нейронная сеть, архитектура нейронной сети, сверточные нейронные сети, обнаружение посторонних объектов, аэродром.

SELECTION OF NEURAL NETWORK ARCHITECTURE FOR INTELLIGENT SYSTEM FOR DETECTING FOREIGN OBJECTS ON THE TERRIRORY OF AN AIRFIELD

Silkina Olga Yurievna [1], Katasev Alexey Sergeevich[1,2]
[1]KSPEU, [2]KNRTU-KAI, Kazan, Russia
[1]S-Olga2002@yandex.ru, [2]Kat_726@mail.ru

Abstract. The problem of selecting the neural network architecture for detecting foreign objects on the territory of an airfield is considered. The concept of "neural network" is defined. Factors influencing the quality of the neural network functioning are given. The architecture of convolutional neural networks is selected from the many considered architectures to detect foreign objects on the territory of an airfield. It is noted that the use of this class of neural networks will allow analyzing photographs and videos from the airfield territory, automatically detecting and classifying foreign objects. Promising research objectives are formulated.

Keywords: neural network, neural network architecture, convolutional neural networks, foreign object detection, airfield.

В настоящее время проблема безопасности полетов играет ключевую роль в организации авиаперевозок [1]. Одним из ключевых факторов обеспечения безопасности является своевременное обнаружение и устранение посторонних объектов с территории аэродрома. Для решение этой задачи целесообразно использовать современные технологии искусственного интеллекта [2], реализованные в виде интеллектуальной системы. Основной целью разработки интеллектуальной системы является повышение эффективности (точности и оперативности) обнаружения посторонних объектов на территории аэродрома, способных привести к аварийным ситуациям при взлете и посадке, а также стать причиной аварийных ситуаций непосредственно во время полета самолета.

В качестве механизма распознавания посторонних объектов в разрабатываемой интеллектуальной системе целесообразно использование нейронной сети [3], качество функционирования которой становится приоритетным направлением разработки системы в целом, так как от точности распознавания сетью объектов напрямую зависит безопасность полетов.

Нейронная сеть представляет собой математическую модель, принцип действия которой основан на имитации деятельности нейронов человеческого мозга [4] для решения задач прогнозирования, оценки, классификации, кластеризации и генерации.

Качество функционирования нейронной сети зависит от ряда факторов, одним из которых являются параметры сети, такие как начальные весовые коэффициенты, функция активации, количество и тип слоев, количество нейронов в каждом слое [5]. Следовательно, качество функционирования нейронной сети зависит ее архитектуры. Кроме того, на качество нейронной сети влияет объем исходных данных для обучения и качество самих данных [6].

Несмотря на то, что архитектура нейронной сети уникальна для решения каждой конкретной задачи (так как функция активации, количество слоев и количество нейронов в слоях определяются, исходя из задачи), существует несколько видов архитектур [7-9]: нейронные сети прямого распространения, рекуррентные нейронные сети, сверточные нейронные сети, сети с долгой краткосрочной памятью, автокодировщики, глубокие вероятностные модели, генеративно-состязательные модели и др.

Так как целью использования нейронной сети в разрабатываемой интеллектуальной системе является обнаружение посторонних объектов на аэродроме, то нейронная сеть должна эффективно решать задачу распознавания и классификации этих объектов. Для решения поставленной задачи целесообразно использовать архитектуру сверточной нейронной сети [10-12].

Сверточные нейронные сети – класс нейронных сетей, используемых для работы с данными, представленными в виде изображений и видео. Архитектура этого класса сетей включает в себя следующие слои [13] (см. рис. 1):

1) входной слой (слой, на который подается изображение);

2) сверточные слои (слои, позволяющие создать карту признаков, выделить наиболее важные детали изображения);

3) полносвязный слой (выходной слой, используемый для классификации изображения).

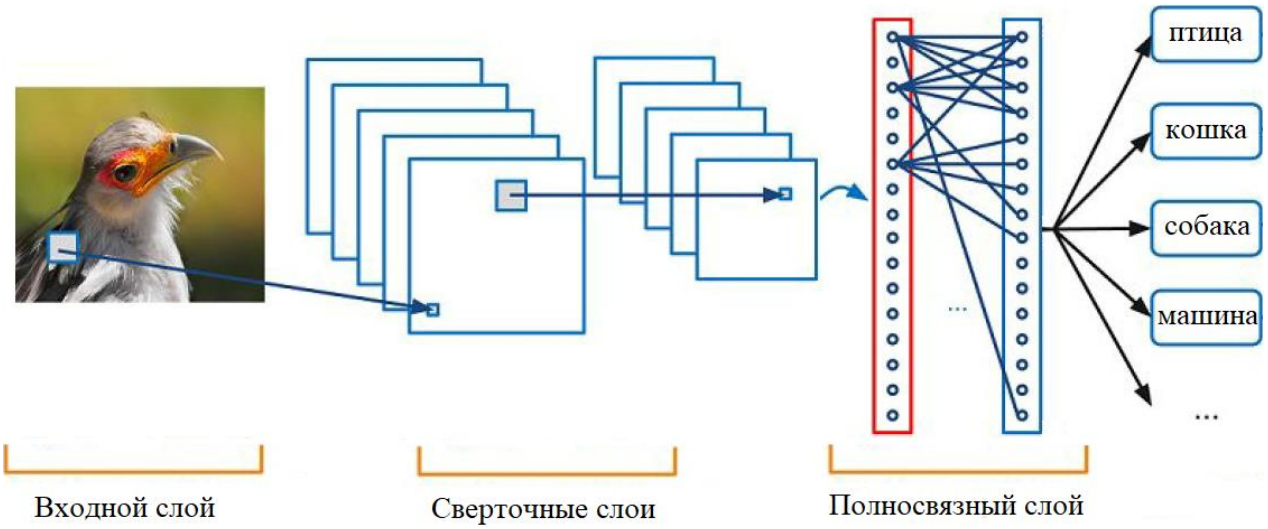


Рис. 1. Архитектура сверточной нейронной сети

Главное преимущество использования сверточных нейронных сетей заключается в обнаружении определенных объектов на изображении независимо от их положения, что является результатом соблюдения принципа пространственной инвариантности [14].

Использование сверточных нейронных сетей для решения задачи обнаружения посторонних объектов на аэродроме позволит анализировать фотографии и видео, получаемые на аэродроме, и автоматически определять является ли обнаруженный объект посторонним, требующим его устранения с территории аэродрома, а также производить классификацию обнаруженных посторонних объектов с целью определения его вида для последующей реализации деятельности по его устранению в соответствии с установленными технологическими требованиями.

На следующих этапах исследования планируется определение окончательной архитектуры сверточной нейронной сети, для чего потребуется определение количества сверточных слоев, функции активации и количества нейронов в слоях, что невозможно реализовать без подготовки репрезентативного набора данных для формирования обучающей и тестовой выборок. Грамотный подбор этих параметров в процессе обучения сети позволит реализовать сверточную нейросетевую модель, эффективно определяющую посторонние объекты на территории аэродрома.

Источники

1. Петрова О.С. Современные средства обеспечения авиационной безопасности в аэропорту // Вестник магистратуры. 2019. №3-2 (90). С. 68-70.
2. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Искусственный интеллект в камерах смартфонов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 1 (15). С. 82-84.
3. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.
4. Кумахов А.М. Понятие и сущность нейронных сетей // Студенческий вестник. 2020. № 42-6 (140). С. 7-8.
5. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.
6. Пырнова О.А. Метод интеллектуального анализа данных для диагностики хронических заболеваний почек // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 254-256.
7. Маркин М.И. Синтез архитектуры нейронной сети для прикладной задачи // Известия ТРТУ. 2000. № 2 (16). С. 345-346.
8. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Кунафина Л.Н. Сверточная нейросетевая модель сортировки бытовых отходов // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 101-105.
9. Нургалиев Б.Х., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания изображений типа Captcha // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 104-107.
10. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.
11. Минниханов Р.Н., Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Скибин В. Нейросетевые сверточные модели обнаружения и распознавания сигналов светофора // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 11. С. 199-205.
12. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.
13. Федотов И.С. Исследование эффективных архитектур сверточных нейронных сетей // Вестник науки. 2023. Т. 1. № 9 (66). С. 129-131.
14. Скрипачев В.О., Гуйда М.В., Гуйда Н.В., Жуков А.О. Особенности работы сверточных нейронных сетей // International Journal of Open Information Technologies. 2022. №12. С.53-61.

УДК 330.34

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СНИЖЕНИИ РИСКОВ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Скиба Мария Сергеевна, Бологова Валентина Владимировна
ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», г. Москва, Россия
SkibaMS@mpei.ru

Аннотация. В статье проведен анализ проблем угольной промышленности, включая основные риски и вызовы и перспективы развития отрасли. Рассмотрены технологии на базе ИИ, применяемые в угольной промышленности, выявлены преимущества и недостатки технологий и приведены успешные примеры использования ИИ в деятельности, проведена оценка экономической эффективности и даны рекомендации по оптимизации использования искусственного интеллекта в угольной отрасли.

Ключевые слова: цифровизация, искусственный интеллект, интеллектуальные системы управления, риски, эффективность, нейросетевые технологии, оптимизация, безопастность.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN REDUCING THE RISKS OF THE COAL INDUSTRY

Skiba Maria Sergeevna, Bologova Valentina Vladimirovna
MPEI, Moscow, Russia
SkibaMS@mpei.ru

Abstract. The article analyzes the problems of the coal industry, including the main risks and challenges and prospects for the development of the industry. AI-based technologies used in the coal industry are considered, the advantages and disadvantages of technologies are identified and successful examples of the use of AI in activities are given, an assessment of economic efficiency is carried out and recommendations are given on optimizing the use of artificial intelligence in the coal industry.

Keywords: digitalization, artificial intelligence, intelligent management systems, risks, efficiency, neural network technologies, optimization, security.

На фоне экономической неопределенности и падения доходов, контроль за соблюдением норм промбезопасности оказывается под особым вниманием. Госдума России рассматривает введение штрафов для компаний за нарушения правил безопасности, что подчеркивает значимость проблем, связанных с охраной труда. Сложности с соблюдением норм безопасности также обостряются из-за нехватки инвестиционных ресурсов для модернизации и технологического обновления угольной инфраструктуры [3].

При этом, несмотря на существующие проблемы, необходимо отметить, что угольная промышленность остается критически важной частью энергетической системы России и мировой экономики. С учетом растущего давления на правительство для адаптации к новым экономическим условиям, несмотря на сложности, возможна реализация мер, направленных на увеличение эффективности и безопасности операций.

Современные технологии, включая искусственный интеллект, обладают потенциалом для трансформации угольной отрасли как с точки зрения повышения безопасности, так и улучшения экономических показателей. Например, ИИ может быть использован для предсказания потенциальных аварийных ситуаций, оптимизации маршрутов добычи и снижения затрат на логистику. Это может помочь отрасли справиться с возрастающими требованиями безопасности и улучшить финансовое положение угольных компаний [4]. Среди очевидных направлений применения ИИ в угольной промышленности можно выделить системы мониторинга и прогнозирования. Такие системы помогают в автоматическом режиме отслеживать состояние оборудования и уровень безопасности на шахтах. Например, установки, использующие алгоритмы машинного обучения, способны выявлять аномалии в функционировании дорогостоящего оборудования, что приводит к снижению вероятности его поломки и простоев [7]. Данный подход также способствует повышению безопасности работников, позволяя быстро реагировать на любые отклонения от нормального хода работ. Также ИИ может использоваться для улучшения экологической устойчивости угольной промышленности. Алгоритмы могут анализировать данные об уровне выбросов и других экологических показателях, а также предсказывать потенциальные проблемы.

В 2023 году в России множество угольных компаний активно внедряет ИИ в свои процессы. Одним из ярких примеров является проект в Кузбассе, где используются нейросетевые алгоритмы для оптимизации управленческих функций в добыче, обогащении и логистике [1]. Такие инициативы свидетельствуют о возникновении новых подходов к автоматизации, оказывающих влияние на производственные процессы. Системы видеонаблюдения, использующие технологии машинного обучения, позволяют не только отслеживать рабочие условия, но и автоматизировать процессы сортировки угля, что значительно увеличивает результативность работы [1]. При этом опыт других стран, например, Китая, показывает, что использование технологий умного мониторинга приносит немалые выгоды в виде оптимизации производственных затрат и повышения общего уровня безопасности на угольных шахтах [2]. Внедрение ИИ может привести к улучшению экологических показателей, что актуально в условиях глобального стремления к устойчивому развитию. Новые технологии способны помогать в

снижении углеродных выбросов и минимизации воздействия на окружающую среду путем улучшения процессов переработки и экономии ресурсов [3].

В последние годы угольная промышленность остается среди наиболее опасных секторов экономики, что связано с многочисленными авариями и несчастными случаями. Например, в отчетах Госкомстата отмечается, что уровень аварийности в данной отрасли продолжает оставаться высоким, что подчеркивает необходимость ужесточения контроля и применения инновационных решений, таких как дистанционные системы мониторинга безопасности [1]. АО ХК «СДС – Уголь» активно использует дистанционные технологии управления безопасностью, что позволяет своевременно выявлять угрожающие факторы и минимизировать риск возникновения аварий. Такие системы не только упрощают процесс контроля, но и помогают улучшить условия труда, следя за соблюдением требований безопасности в реальном времени [2]. Среди перспективных направлений развития безопасности в угольной промышленности выделяется создание интеллектуальных систем, которые способны адаптироваться к изменяющимся условиям работы в шахтах. Такие системы могут учитывать различные факторы, включая время, место и тип работ, а также потенциальные риски, чтобы своевременно информировать работников о возникающих опасностях. Это станет важной частью стратегии минимизации рисков и повышения уровня безопасности труда [1].

Использование цифровых технологий и ИИ позволяет значительно оптимизировать производственные процессы, что в свою очередь приводит к улучшению экономических показателей компаний. На основе трехмерного моделирования и цифровых двойников, которые становятся внедряемыми стандартами, начинается обновление традиционных методов добычи и обработки угля. В рамках этого процесса реализуются системы автоматизации, которые обеспечивают контроль качества угля, оптимизацию работы оборудования и снижение затрат на энергоресурсы [6].

Несмотря на явные выгоды, существует ряд барьеров на пути к полной цифровизации и внедрению ИИ в угольной отрасли. Некоторые из них включают высокие первоначальные затраты на технологии, недостаток квалифицированных кадров и необходимость изменения корпоративной культуры. Исследования показывают, что для преодоления этих преград требуется комплексный подход, который включает SWOT и PESTLE анализы для оценки текущего состояния и возможностей внедрения. Эффективность за счет цифровизации угольной промышленности зависит от правильно выстроенной стратегии внедрения технологий. Необходимо учитывать не только технические аспекты, но и экономические: расходы на обучение, изменения в управлении персоналом и возможности для улучшения рабочих условий. Таким образом, цифровизация становится не только технологическим,

но и организационным процессом, что обязательным является для достижения конкурентных преимуществ в условиях глобального рынка [2].

Ключевыми аспектами оптимизации затрат в процессе цифровизации являются улучшение качества управления и снижение временных задержек. Это достигается благодаря внедрению интеллектуальных систем мониторинга и анализа данных, что значительно улучшает процесс принятия решений. Инвестиции в относительно новые технологии могут быть значительными, но со временем эти затраты могут радикально снизить расходы на обслуживание и эксплуатацию оборудования [2]. Важно также отметить, что потенциальные выгоды от автоматизации и оптимизации процессов должны рассматриваться как часть долгосрочной стратегии развития. Для реализации всех перечисленных компонентов цифровизации потребуется значительное инвестиционное вложение. Помимо покупки оборудования и внедрения новых программных решений, потребуется финансирование на обучение персонала, разработку новых методологий и обеспечение устойчивого развития. Тем не менее, затраты на инвестирование в цифровизацию, как правило, окупаются благодаря снижению издержек и улучшению общей эффективности работы [6].

Однако риски, связанные с цифровизацией, также значительны. Один из основных факторов – высокая стоимость первоначальных инвестиций. Затраты на оборудование, программное обеспечение и обучение сотрудников могут быть астрономическими для компаний, особенно в условиях ограниченных финансовых ресурсов [5]. Это создает барьеры для внедрения новых технологий, особенно для малых и средних компаний.

Таким образом, возможности, которые открывает ИИ, могут переформатировать угольную промышленность. Специалисты отмечают, что создание цифровых двойников шахт и интеграция технологий промышленного интернета вещей (IIoT) уже находит свое применение на практике. Например, использование 3D-карт и высокоточных буров в процессе разработки месторождений позволяет улучшать контроль и цифровизацию полных производственных циклов [1]. Эффективное взаимодействие между различными системами и создание единой информационной среды дает перспективы для дальнейшего улучшения работы угольных предприятий. Инвестирование в модернизацию и внедрение технологий ИИ должно рассматриваться как стратегический шаг, который может существенно повысить как производственные показатели, так и безопасность работников на площадке. Такие инициативы встречают положительный отклик как в России, так и за рубежом, где угледобывающие компании активно работают над внедрением новых технологий. Важно учитывать, что для успешной реализации потребуется не только техническое обновление, но и подготовка кадров, способных эффективно работать с высокими технологиями.

Поэтому обучение и переподготовка специалистов должны стать важной частью стратегии цифровизации в угольной отрасли. С учетом постоянного роста объемов данных, генерируемых в процессе добычи и переработки угля, а также развития технологий обработки и анализа этих данных, можно ожидать, что искусственный интеллект станет неотъемлемой частью производственных процессов. В будущем можно предположить, что ИИ будет не только способствовать повышению безопасности, но и станет основой для создания новых бизнес-моделей, ориентированных на устойчивое развитие и минимизацию воздействия на окружающую среду.

Источники

1. Шедько Ю.Н.,Харченко К.В.,Зуденкова С.А.,Москвитина Е.И., Бабаян Л.К. Внедрение нейросетевых технологий для повышения эффективности и безопасности производственных процессов на угольных предприятиях России // Уголь. 2024. №9. С. 115-122.
2. Исаков, В. С. Искусственный интеллект в горнодобывающей промышленности: новые возможности и преимущества / В. С. Исаков // Вестник науки. – 2023. – Т. 4, № 2(59). – С. 266-269.
3. Эффективность использования цифровых технологий в производственных процессах угольной промышленности / А. В. Зозуля, П. В. Зозуля, С. А. Титов [и др.] // Уголь. – 2022. – № 9(1158). – С. 47-52.
4. Мешков Г. Б., Петренко И. Е., Губанов Д. А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-июнь 2024 года // Уголь. 2024. №9. С. 5-16.
5. Плакиткин, Ю. А. Цифровизация экономики угольной промышленности России - от "Индустрии 4.0" до "Общества 5.0" / Ю. А. Плакиткин, Л. С. Плакиткина // Горная промышленность. – 2018. – № 4(140). – С. 22.
6. Жданеев, О. В. Вызовы и приоритеты цифровой трансформации угольной отрасли / О. В. Жданеев, И. М. Власова // Уголь. – 2023. – № 1(1163). – С. 62-69.
7. Варкентин, Е. В. Цифровизация и ее влияние на угледобывающую отрасль / Е. В. Варкентин // Вестник науки. – 2022. – Т. 1, № 11(56). – С. 17-21.

УДК 004.652.5

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В РЕКЛАМЕ И МАРКЕТИНГЕ: ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Слудников Вячеслав Максимович, Пырнова Ольга Александровна
КГЭУ, г. Казань, Россия
Sludnikov.slava03@gmail.com

Аннотация. Статья исследует влияние искусственного интеллекта (ИИ) на рекламу и маркетинг, с акцентом на персонализацию таргетированной рекламы, анализ потребительских предпочтений и оптимизацию маркетинговых кампаний. Рассматриваются ключевые технологии ИИ, включая машинное обучение и обработку естественного языка, а также их роль в прогнозировании поведения потребителей. Приводятся практические примеры успешного применения ИИ, обсуждаются вызовы, связанные с конфиденциальностью данных и этикой, и предлагаются рекомендации для ответственного использования технологий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, таргетированная реклама, персонализация, прогнозирование поведения, маркетинг, этика ИИ.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ADVERTISING AND MARKETING: PERSONALIZATION AND CONSUMER BEHAVIOR PREDICTION

Sludnikov Viacheslav Maksimovich, Pyrnova Olga Aleksandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
Sludnikov.slava03@gmail.com

Abstract. The article examines the impact of artificial intelligence (AI) on advertising and marketing, focusing on personalized targeted advertising, analysis of consumer preferences, and optimization of marketing campaigns. It explores key AI technologies, including machine learning and natural language processing, and their role in predicting consumer behavior. Practical examples of successful AI applications are provided, alongside discussions of challenges related to data privacy and ethics, and recommendations for responsible technology use.

Keywords: artificial intelligence, targeted advertising, personalization, behavior prediction, marketing, AI ethics.

В условиях цифровой трансформации, характеризующейся избытком информации, современные потребители ежедневно сталкиваются с огромным количеством рекламных сообщений, что существенно усложняет задачу привлечения их внимания [1]. Искусственный интеллект (ИИ) революционизирует маркетинг, трансформируя его в высокоточный инструмент персонализированной коммуникации. От алгоритмов рекомендаций Netflix,

адаптированных под индивидуальные предпочтения пользователя, до персонализированных предложений Starbucks, учитывающих привычки потребления, – ИИ анализирует колоссальные массивы данных, прогнозируя запросы потребителей с беспрецедентной точностью [2-3]. Согласно исследованиям, внедрение ИИ-решений позволяет компаниям повысить конверсию на 30% и сократить рекламные расходы до 20%. Однако наряду с преимуществами возникают и ключевые вопросы: как обеспечить баланс между гиперперсонализацией и защитой приватности? В данной статье рассматриваются механизмы применения ИИ в таргетированной рекламе, анализе потребительских предпочтений и оптимизации маркетинговых кампаний, а также обсуждаются актуальные вызовы и перспективы развития технологий.

Современная таргетированная реклама требует высочайшей точности, и искусственный интеллект обеспечивает её за счёт комплексного анализа пользовательского поведения: фиксации кликов, истории покупок, времени пребывания на сайте и даже паттернов скроллинга. Платформы, такие как Google Ads, используют алгоритмы машинного обучения для автоматической оптимизации рекламных объявлений, подбирая наиболее релевантные форматы, тексты и время показа для каждого пользователя.

ИИ выводит персонализацию на новый уровень, интеллектуально распределяя рекламные кампании в зависимости от демографических и поведенческих характеристик аудитории [4]. Например, молодые пользователи чаще сталкиваются с рекламой в «историях» социальных сетей, в то время как взрослая аудитория преимущественно получает таргетированные сообщения в ленте. Такой подход не только снижает стоимость клика (CPC), но и повышает возврат на инвестиции (ROI). Ярким примером эффективности данной стратегии является кампания Coca-Cola, в рамках которой ИИ адаптировал рекламные материалы под эмоциональный фон пользователей в социальных сетях, что привело к росту вовлечённости на 25%.

Понимание потребностей и желаний целевой аудитории – фундаментальный аспект современного маркетинга, и ИИ значительно расширяет его возможности [5]. Алгоритмы обработки естественного языка (NLP) анализируют пользовательские отзывы, посты и комментарии, выявляя не только тематические предпочтения, но и эмоциональные реакции. Например, Spotify использует ИИ для формирования персонализированных плейлистов Discover Weekly, которые, несмотря на кажущуюся индивидуальную ручную работу, создаются на основе анализа миллионов треков и поведенческих паттернов. Благодаря этому сервис удерживает 70% подписчиков, укрепляя их лояльность за счёт эмоциональной вовлечённости. Кроме того, ИИ обеспечивает высокоточную сегментацию аудитории, выделяя узкие нишевые группы, такие как «веганы, увлекающиеся фитнесом и предпочитающие органические продукты». Компания

L’Oréal успешно применила эту технологию, внедрив виртуальное тестирование макияжа с подбором оттенков под тон кожи пользователя, что привело к росту онлайн-продаж на 20%.

Искусственный интеллект не только анализирует текущие предпочтения, но и прогнозирует будущие действия потребителей. Нейронные сети обрабатывают данные о транзакциях, геолокации и взаимодействиях с контентом, выявляя скрытые закономерности. Amazon активно использует ИИ для формирования рекомендаций, которые генерируют до 35% продаж, учитывая как индивидуальные покупки пользователя, так и поведение клиентов со схожими профилями [6]. Кейс компании Target стал классическим примером прогнозной аналитики: алгоритмы идентифицировали беременность клиенток на основе покупок витаминов и лосьонов без запаха, что позволило направлять им таргетированные предложения. Хотя это значительно повысило продажи, данный подход также вызвал дискуссии о границах приватности, подчеркнув необходимость соблюдения этических норм.

Запуск рекламных кампаний традиционно сопряжён с высокими финансовыми рисками, однако ИИ минимизирует их за счёт динамической оптимизации. Алгоритмы в режиме реального времени корректируют бюджет, каналы распространения и контент, максимизируя эффективность. Например, Meta AI автоматически определяет оптимальные платформы для каждой аудитории, снижая затраты и повышая ROI. Инструменты генеративного ИИ, такие как Jasper и Copy.ai, создают рекламные тексты за секунды, адаптируя их под различные сегменты потребителей. Nike успешно применила ИИ для разработки локализованного контента с учётом культурных особенностей разных стран, что привело к росту продаж на 15% в новых регионах.

Автоматизация и оптимизация позволяют маркетологам сосредоточиться на стратегии, а не на рутине, делая кампании гибкими и результативными.
Ниже представлена таблица с примерами компаний и их функций в маркетинге.

Таблица 1. Результаты внедрения ИИ в различных компаниях

Платформа	Функция ИИ	Результат
Starbucks	Анализ предпочтений в приложении –> напитки на основе привычек клиента	увеличение среднего чека на 10%.
Netflix	Рекомендации фильмов на основе ИИ –> повышение времени просмотра	Обеспечение лидерства на рынке онлайн-кинотеатров
Sephora	Анализ предпочтений –> подборка косметики на основе предпочтений и прошлых покупок	Увеличение онлайн-продаж на 18%
Adidas	Анализ трендов в соцсетях –> создание кампании для молодежи	Повышение вовлеченности на 22%

Несмотря на значительные преимущества, интеграция ИИ сопряжена с рядом серьёзных проблем:

1. Конфиденциальность данных. Ужесточение регуляторных требований (GDPR, CCPA) и растущее беспокойство потребителей требуют прозрачности в сборе и обработке данных. Нарушения, как в случае со штрафом Meta в размере €1,2 млрд, демонстрируют важность соблюдения законодательства;

2. Этические риски. Гиперперсонализация может граничить с манипуляцией, особенно в отношении уязвимых групп. Кроме того, алгоритмы подвержены предвзятости, что требует регулярного аудита;

3. Технические ограничения. Внедрение ИИ требует значительных инвестиций в инфраструктуру и квалифицированных специалистов, что создаёт барьеры для малого бизнеса;

4. Потребительское восприятие. Чрезмерная персонализация иногда вызывает дискомфорт: 64% пользователей готовы отказаться от бренда при ощущении слежки;

5. Зависимость от технологий. Чрезмерная автоматизация может привести к утрате креативности и неспособности учитывать культурные нюансы.

Будущее ИИ в маркетинге связано с большим количеством возможностей, но требует стратегического подхода. К 2030 году, по прогнозам, 80% рекламных кампаний будут использовать ИИ для персонализации и анализа, а рынок ИИ в маркетинге достигнет $40 млрд. Генеративный ИИ позволит создавать видео, 3D-рекламу и интерактивный контент в реальном времени, усиливая вовлеченность. Прогресс в обработке больших данных и квантовых вычислениях сделает прогнозы еще точнее, позволяя предсказывать поведение с точностью до отдельных транзакций. К основным перспективы относятся [7]:

– Гиперперсонализация. ИИ будет создавать уникальные предложения для каждого клиента, учитывая контекст, например, погоду или настроение. Это уже тестируется в ритейле, где ИИ предлагает одежду в зависимости от прогноза погоды;

– Интеграция с AR/VR. ИИ в сочетании с дополненной реальностью позволит потребителям «примерять» товары виртуально, как это делает IKEA с мебелью, повышая конверсию;

– Экологичный маркетинг. ИИ может оптимизировать кампании, снижая энергопотребление и углеродный след, что важно для брендов, ориентированных на устойчивость;

– Доступность технологий. Развитие облачных решений, таких как Google Cloud AI, сделает ИИ доступнее для малого бизнеса, уравнивая возможности.

Для реализации потенциала ИИ необходимы следующие рекомендации:

– Обеспечение прозрачности и контроля со стороны пользователей;

– Разработка этических стандартов для предотвращения манипуляций;

– Инвестиции в образование и доступные ИИ-инструменты;

– Сохранение баланса между автоматизацией и креативностью.

ИИ кардинально меняет маркетинг, делая его более точным, эффективным и персонализированным. От предложений Starbucks до плейлистов Spotify, технологии создают опыт, который кажется личным. Однако устойчивый успех возможен только при условии ответственного подхода, учитывающего вопросы конфиденциальности, этики и доступности. Будущее маркетинга – в гармоничном сочетании технологических возможностей и человеко-ориентированного подхода.

Источники

1. Artificial intelligence applications for marketing: A literature-based study // International Journal of Information Management Data Insights. 2022. Vol. 2. Article 100136.

2. AI-driven personalization: Unraveling consumer perceptions in social media engagement // Journal of Business Research. 2024. Vol. 171. Article 114755.

3. Зарипова, Р. С. Управление деятельностью организаций в условиях цифровой экономики / Р. С. Зарипова, О. А. Пырнова // Ученые записки ИСГЗ. – 2018. Т. 16, № 2. С. 70-75.

4. Мухаметзянов, И. И. Прогнозирование рыночных тенденций с помощью искусственного интеллекта / И. И. Мухаметзянов, Р. Р. Салимов // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 986-988.

5. Юсупова, Т. А. Маркетинговые инновации в условиях рыночной экономики / Т. А. Юсупова, Б. Л. Исакова, О. А. Пырнова // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 10, № 9(150). С. 70-75

6. Теплая Н.А., Аллабян М.Г., Халидов А.А. Анализ экономической эффективности внедрения искусственного интеллекта в малом бизнесе // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 5, № 3(156). С. 174-179.

7. Данилов, С. А. Этические аспекты развития и применения искусственного интеллекта / С. А. Данилов, О. А. Пырнова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 783-787.

УДК 004.652.5

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ГЕНЕТИКА: АНАЛИЗ ГЕНОМНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ

Слудников Вячеслав Максимович, Пырнова Ольга Александровна
КГЭУ, г. Казань, Россия
Sludnikov.slava03@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена роли искусственного интеллекта (ИИ) в анализе геномных данных и развитии персонализированной медицины. Рассматриваются возможности ИИ в расшифровке геномов, выявлении генетических маркеров заболеваний и разработке индивидуальных подходов к лечению. Особое внимание уделяется примерам применения ИИ в онкологии, фармакогенетике и диагностике редких заболеваний, а также вызовам, связанным с конфиденциальностью данных и этическими аспектами. Статья подчеркивает потенциал технологий для трансформации здравоохранения и предлагает направления для дальнейших исследований.

Ключевые слова: искусственный интеллект, геномика, персонализированная медицина, машинное обучение, генетические маркеры, этика ИИ.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND GENETICS: GENOMIC DATA ANALYSIS FOR PERSONALIZED MEDICINE

Sludnikov Viacheslav Maksimovich, Pyrnova Olga Aleksandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
Sludnikov.slava03@gmail.com

Abstract. The article explores the role of artificial intelligence (AI) in analyzing genomic data and advancing personalized medicine. It examines AI’s capabilities in decoding genomes, identifying genetic markers of diseases, and developing individualized treatment approaches. Special focus is given to AI applications in oncology, pharmacogenetics, and rare disease diagnostics, alongside challenges related to data privacy and ethical concerns. The paper highlights the transformative potential of these technologies for healthcare and suggests directions for future research.

Keywords: artificial intelligence, genomics, personalized medicine, machine learning, genetic markers, AI ethics.

Современная медицина находится на пороге фундаментальной трансформации, обусловленной возможностью использования

индивидуального геномного профиля для точного прогнозирования эффективности фармакотерапевтических вмешательств. Такой подход позволяет минимизировать риски развития нежелательных лекарственных реакций и оптимизировать стратегии лечения. Это не футуристический сценарий, а реальность, формируемая симбиозом искусственного интеллекта (ИИ) и генетики. Благодаря снижению стоимости секвенирования генома человека и экспоненциальному росту объемов геномных данных (порядка 3 миллиардов пар оснований на индивида), традиционные методы анализа становятся несостоятельными. Искусственный интеллект, обладающий способностью обрабатывать и интерпретировать столь масштабные массивы информации, превращает геномику в ключевой инструмент персонализированной медицины. В данной статье рассматривается роль ИИ в расшифровке генетических последовательностей, идентификации биомаркеров заболеваний и разработке индивидуализированных терапевтических стратегий, а также анализируются актуальные вызовы, связанные с внедрением этих технологий [1-3].

Геном человека представляет собой сложнейший биологический код, расшифровка которого требует вычислительных мощностей, превосходящих человеческие возможности. Алгоритмы машинного обучения (МО) и глубокого обучения (ГО), применяемые в геномике, демонстрируют высокую эффективность в выявлении значимых паттернов среди миллиардов нуклеотидных последовательностей. Так, современные технологии секвенирования, такие как Oxford Nanopore, интегрируют ИИ для повышения точности определения оснований (base-calling) – процесса определения нуклеотидов, что существенно снижает частоту ошибок при чтении ДНК [4].

Компании, включая Deep Genomics, используют ИИ для интерпретации данных полногеномного секвенирования (WGS), выявляя патогенные мутации, ассоциированные с различными заболеваниями. Алгоритмы способны детектировать соматические мутации в раковых клетках или редкие генетические вариации, влияющие на развитие нейродегенеративных патологий [5]. Инструменты биоинформатики, такие как *Polyphen-2* или *CADD*, основанные на методах машинного обучения, позволяют прогнозировать функциональные последствия генетических вариаций, ускоряя постановку диагноза.

Примером может служить проект, в котором ИИ анализировал геномы пациентов с подозрением на редкие заболевания. Алгоритм, обученный на данных экзомного секвенирования, выявил мутацию в гене *SCN1A*, связанную с синдромом Драве, в течение нескольких часов, в то время как классические методы потребовали бы недель. Это наглядно иллюстрирует потенциал ИИ в сокращении времени диагностики, что критически важно для спасения жизней.

Персонализированная медицина стремится адаптировать лечение под уникальные особенности каждого пациента, и ИИ становится ее двигателем. Анализируя геномные данные, клинические записи и информацию об образе жизни, ИИ помогает предсказывать реакцию на лекарства, снижая риск побочных эффектов. В онкологии, например, ИИ классифицирует опухоли на основе их генетических профилей, что способствует выбору таргетных препаратов. Ярким примером служит лечение *HER2*-позитивного рака молочной железы. Анализ генетических маркеров с помощью ИИ позволяет определить пациентов, которые максимально ответят на терапию трастузумабом, увеличивая показатели выживаемости до 90% по сравнению с традиционной химиотерапией. Такой подход не только повышает эффективность лечения, но и оптимизирует расходование ресурсов здравоохранения.

В фармакогенетике ИИ применяется для прогнозирования влияния генетических полиморфизмов на метаболизм лекарственных средств. Например, у носителей аллеля *HLA-B*1502,* распространенного в некоторых азиатских популяциях, применение карбамазепина ассоциировано с высоким риском развития тяжелых кожных реакций. ИИ позволяет заранее выявлять таких пациентов, предлагая альтернативные схемы терапии, что особенно актуально в лечении эпилепсии, где подбор эффективного препарата часто занимает месяцы [6]. Кроме того, ИИ играет ключевую роль в развитии технологий геномного редактирования, таких как CRISPR-Cas9. Алгоритмы предсказывают оптимальные мишени для модификации ДНК с минимальным риском ошибок, открывая новые перспективы в терапии наследственных заболеваний, включая серповидноклеточную анемию.

Применение ИИ в генетике уже демонстрирует результаты, меняющие стандарты оказания медицинской помощи. В онкологии алгоритмы, анализирующие геном опухоли, позволяют разрабатывать персонализированные протоколы лечения. Например, идентификация мутаций в генах *EGFR* или *ALK* у пациентов с раком легких дает возможность назначить ингибиторы тирозинкиназ (такие как осимертиниб), значительно улучшающие прогноз. В диагностике редких заболеваний ИИ сокращает время поиска причинных мутаций [7]. Например, в одном из клинических случаев алгоритм проанализировал данные *WGS,* за 24 часа выявил патогенный вариант в гене GAA, ответственный за болезнь Помпе. Это позволило своевременно начать ферментозаместительную терапию, предотвратив необратимые осложнения.

Еще одним направлением является кардиология, где ИИ интегрирует геномные и клинические данные для стратификации риска сердечно-сосудистых заболеваний. У пациентов с семейной гиперхолестеринемией алгоритмы обнаруживают мутации в гене *LDLR*, что способствует назначению

статинов в оптимальной дозировке и профилактике инфаркта миокарда. Эти кейсы показывают, как ИИ делает медицину точнее и доступнее. Снижение стоимости секвенирования – с $2,7 млрд в 2003 году до $200 в 2024 году – усиливает этот эффект, позволяя миллионам людей пользоваться преимуществами геномного анализа.

Несмотря на прогресс, интеграция ИИ и генетики в клиническую практику сталкивается с рядом препятствий [8-9]:

– Конфиденциальность данных: генетическая информация обладает высокой чувствительностью, и ее утечка может привести к дискриминации или злоупотреблениям. Необходимо развитие строгих стандартов шифрования и нормативно-правового регулирования для защиты пациентов;

– Этические аспекты: алгоритмы ИИ могут воспроизводить предвзятость, если обучаются на нерепрезентативных данных. Например, доминирование геномных данных европейских популяций снижает точность прогнозов для других этнических групп. Решение заключается в формировании более инклюзивных датасетов;

– Технические ограничения: отсутствие стандартизации форматов геномных данных затрудняет их интеграцию между различными платформами. Кроме того, обучение ИИ требует значительных вычислительных ресурсов, что ограничивает возможности небольших медицинских учреждений;

– Проблема масштабируемости: в развивающихся странах доступ к геномным технологиям и ИИ остается ограниченным, что усугубляет глобальное неравенство в здравоохранении.

Будущее ИИ и генетики в медицине очень перспективно. Ожидается, что к 2030 году стоимость секвенирования генома упадет до $100, что сделает *WGS* рутинной процедурой, подобной анализу крови. ИИ продолжит совершенствоваться в аннотации геномов, предсказании патогенных вариаций и разработке новых лекарственных препаратов, сокращая сроки их вывода на рынок. Для реализации этого потенциала необходимы:

– инвестиции в исследования, направленные на разработку и валидацию ИИ-инструментов для геномики;

– образовательные программы для подготовки врачей и биоинформатиков, способных работать с геномными данными;

– развитие этических стандартов, обеспечивающих защиту генетической информации и минимизацию предвзятости алгоритмов;

– повышение доступности технологий через международные инициативы и субсидирование.

Синергия искусственного интеллекта и генетики переопределяет парадигмы современной медицины. От диагностики редких заболеваний до подбора таргетных терапий в онкологии, эти технологии делают лечение точнее

и эффективнее. Примеры, такие как лечение рака молочной железы или предотвращение побочных эффектов лекарств, показывают их реальную пользу. Однако конфиденциальность данных, этические дилеммы и проблемы доступности требуют внимания. Совместные усилия ученых, врачей и политиков помогут раскрыть потенциал ИИ и генетики, создавая будущее, где здоровье каждого человека будет в центре внимания.

Источники

1. Artificial intelligence and machine learning in precision and genomic medicine // Medical Oncology. 2022. Vol. 39. Article 1711.
2. Хайруллин А.М., Зарипова Р.С. Цифровое будущее медицины // Вектор развития управленческих подходов в цифровой экономике. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Казань, 2021. С. 295-297.
3. Салимов, Р. Р. Применение искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении / Р. Р. Салимов, Д. Р. Тахаутдинов // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 1070-1072.
4. Artificial intelligence for precision medicine in neurodevelopmental disorders // npj Digital Medicine. 2019. Vol. 2. Article 191.
5. Построение и исследование нейронечеткой модели диагностики сахарного диабета / А. С. Катасев, Д. В. Катасева, Д. З. Валиева, Г. Л. Дектярев // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27, № 11. С. 188-193.
6. On the Role of Artificial Intelligence in Genomics to Enhance Precision Medicine // Pharmacogenomics and Personalized Medicine. 2020. Vol. 13. P. 105–119.
7. Катасев, А. С. Новая информационная технология: искусственный интеллект в обработке медицинских данных / А. С. Катасев, М. А. Подольская // Неврологический вестник. 2006. Т. 38, № 3-4. С. 85-90.
8. Genetic data sharing and artificial intelligence in the era of personalized medicine // Scientific Reports. 2022. Vol. 12. Article 5296.
9. Innovations in Genomics and Big Data Analytics for Personalized Medicine and Health Care: A Review // International Journal of Molecular Sciences. 2022. Vol. 23. Article 2310.

УДК 004.652.5

КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ

Слудников Вячеслав Максимович, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Sludnikov.slava03@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются возможности интеграции квантовых вычислений и искусственного интеллекта (ИИ) с акцентом на потенциал ускорения обучения и работы моделей ИИ. Обсуждаются принципы работы квантовых компьютеров, их преимущества для задач машинного обучения, а также ключевые области применения, включая фармацевтику, финансы и климатическое моделирование. Особое внимание уделяется вызовам, связанным с техническими ограничениями, этическими рисками и масштабируемостью. Статья предлагает рекомендации по дальнейшему развитию технологий и подчеркивает важность ответственного подхода к их внедрению.

Ключевые слова: квантовые вычисления, искусственный интеллект, квантовое машинное обучение, производительность ИИ, кибербезопасность, этика технологий.

QUANTUM COMPUTING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: PROSPECTS AND CHALLENGES

Sludnikov Viacheslav Maksimovich, Pyrnova Olga Aleksandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
Sludnikov.slava03@gmail.com

Abstract. The article explores the potential of integrating quantum computing and artificial intelligence (AI), focusing on the acceleration of AI model training and performance. It discusses the principles of quantum computers, their advantages for machine learning tasks, and key application areas, including pharmaceuticals, finance, and climate modeling. Special attention is given to challenges related to technical limitations, ethical risks, and scalability. The paper offers recommendations for further technology development and emphasizes the importance of a responsible approach to implementation.

Keywords: quantum computing, artificial intelligence, quantum machine learning, AI performance, cybersecurity, technology ethics.

Введение в мир технологий будущего напоминает путешествие к звездам: амбициозное, полное надежд, но требующее преодоления множества препятствий. Квантовые вычисления и искусственный интеллект (ИИ) – две области, которые, подобно созвездиям, обещают осветить путь к новым горизонтам. Исследования показывают, что квантовые компьютеры способны

радикально ускорить обучение и работу моделей ИИ, особенно в задачах, связанных с обработкой больших объемов данных или сложными вычислениями. Однако, как и в любом масштабном научном начинании, этот процесс сопряжен с рядом фундаментальных и прикладных сложностей – от технических ограничений до этических дилемм. В данной статье рассматривается влияние квантовых вычислений на развитие ИИ, анализируются потенциальные преимущества их интеграции, а также обсуждаются ключевые вызовы, требующие решения.

В основе квантовых вычислений лежит использование кубитов – квантовых аналогов классических битов. В отличие от битов, которые могут находиться строго в состояниях 0 или 1, кубиты благодаря квантовой суперпозиции способны одновременно представлять оба значения. Это явление можно проиллюстрировать аналогией с монетой в процессе вращения: до момента остановки она существует в состоянии, объединяющем оба возможных исхода. Дополнительный квантовый феномен – запутанность – позволяет связывать кубиты таким образом, что изменение состояния одного мгновенно отражается на другом, независимо от расстояния. Эти свойства обеспечивают квантовым компьютерам способность к параллельным вычислениям, недоступным классическим системам.

По состоянию на апрель 2025 года, корпорации IBM, Google и Quantinuum добились значительных успехов в создании квантовых процессоров, насчитывающих десятки и сотни кубитов. Однако современные квантовые системы остаются далеки от универсальности классических аналогов. Поддержание квантовых состояний требует экстремальных условий, включая криогенные температуры, близкие к абсолютному нулю, а проблема декогеренции – разрушения квантовых состояний под воздействием внешних факторов – продолжает оставаться ключевым технологическим барьером [1, 2].

Искусственный интеллект, в частности машинное обучение (МО) и глубокое обучение (ГО), уже сегодня трансформирует множество областей – от медицинской диагностики до оптимизации логистических цепочек. Тем не менее, классические вычислительные системы сталкиваются с принципиальными ограничениями при обработке сверхбольших массивов данных или моделировании сложных систем, таких как молекулярные структуры. В этом контексте квантовые компьютеры открывают новые возможности благодаря своей способности к массовому параллелизму вычислений.

Одним из наиболее перспективных направлений является квантовое машинное обучение (КМО), изучающее применение квантовых алгоритмов для задач ИИ. Например, квантовые нейронные сети (QNN) демонстрируют высокую эффективность в обработке данных, особенно в биохимии и физике высоких

энергий. Исследования показывают, что квантовые алгоритмы, такие как параметризованные квантовые схемы (PQCs), могут улучшить классификацию данных, как это было продемонстрировано в проекте Quantinuum и Amgen по анализу пептидов для разработки терапевтических белков [3].

Показательным примером эффективности квантовых вычислений является разработка Quantinuum – квантовой модели классификации текстов, использующей всего четыре кубита. Несмотря на минимальные аппаратные требования, модель продемонстрировала точность, сопоставимую с классическими рекуррентными нейронными сетями (RNN), при значительном снижении энергопотребления [4]. Это подтверждает потенциал квантовых систем в создании энергоэффективных решений, что особенно актуально в условиях глобальных экологических вызовов. Ниже на рисунках 1 и 2 представлена квантовая схема для классификации тактов и сравнение производительности квантовой к классической моделей соотвественно.

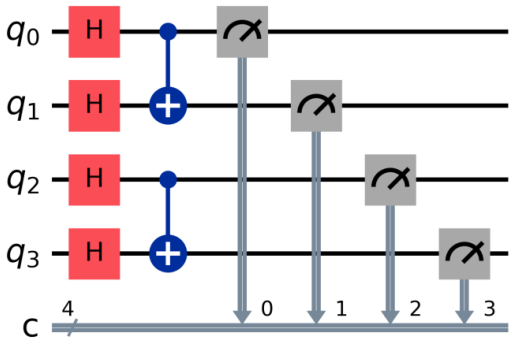


Рис. 1. Квантовая схема для классификации текстов

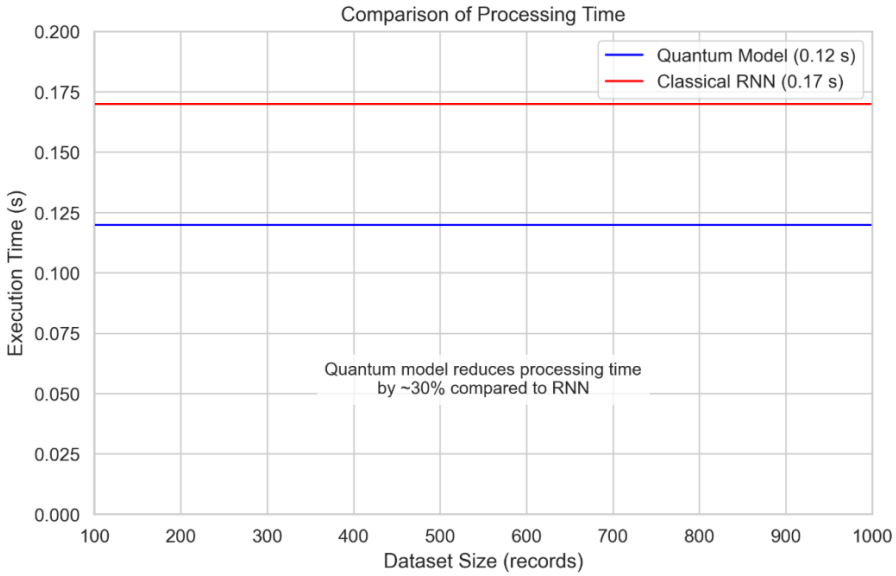


Рис. 2. Сравнение производительности квантовой и классической моделей

Как видно из представленных данных, квантовая модель обеспечила сокращение времени обработки на 30 %, что подчеркивает её преимущества в задачах, связанных с искусственным интеллектом.

Интеграция квантовых вычислений и ИИ открывает множество возможностей, которые могут трансформировать отрасли:

- Фармацевтика. Квантовые компьютеры способны моделировать молекулярные взаимодействия с высокой точностью, ускоряя разработку лекарств. Например, симуляция химических реакций, которая занимает годы на классическом компьютере, может быть выполнена за часы;
- Финансы. Квантовые алгоритмы могут оптимизировать инвестиционные портфели, прогнозировать рыночные тенденции и минимизировать риски;
- Климатическое моделирование. Повышение точности прогнозов поможет в адаптации к глобальным изменениям климата;
- Логистика. Ускоренная оптимизация маршрутов и цепочек поставок повысит эффективность глобальной экономики;

Эти направления подтверждаются исследованиями, включая отчет S&P Global, выделяющий потенциал квантовых технологий в здравоохранении, финансах и энергетике [5].

Однако, несмотря на значительные перспективы, интеграция квантовых вычислений и ИИ сталкивается с рядом фундаментальных и прикладных сложностей:

1. Технические ограничения. Декогеренция остается основным препятствием, требующим разработки методов квантовой коррекции ошибок. Масштабирование систем до тысяч стабильных кубитов — необходимое условие для практического применения в ИИ [1];

2. Ресурсные требования. Криогенная инфраструктура и высокие затраты на разработку обуславливают необходимость государственно-частного партнерства [6];

3. Этические риски. Угрозы кибербезопасности (например, взлом RSA-шифрования) и риски усиления предвзятости ИИ требуют разработки квантово-устойчивых алгоритмов и нормативных рамок [5].

4. Экологические аспекты. Хотя квантовые вычисления могут быть энергоэффективными для определенных задач (например, случайное выборочное тестирование использует в 30 000 раз меньше энергии, чем суперкомпьютер [3]), масштабирование систем может увеличить энергопотребление, что поднимает вопросы устойчивости [6].

Пример технического вызова показан на рисунке 3, где представлена исходная квантовая схема для классификации данных. После оптимизации, показанной на рисунке 4, уровень ошибок сократился на 25 %, увеличив точность модели до 92 %.

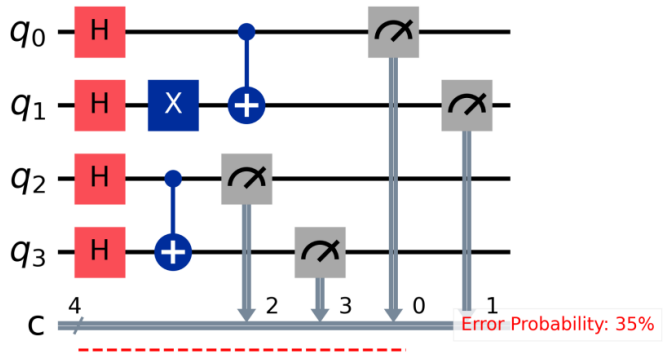


Рис. 3. Исходная квантовая схема для классификации данных

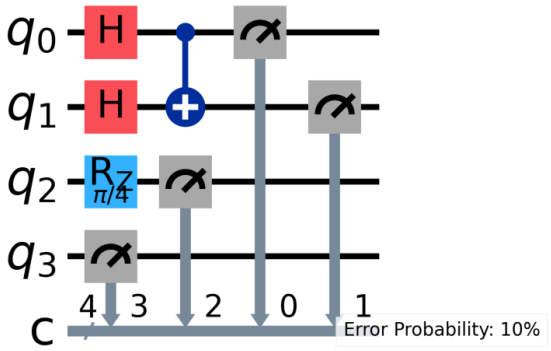


Рис. 4. Оптимизированная квантовая схема

Для успешной интеграции квантовых вычислений и ИИ необходимы:

– Увеличение инвестиций в исследования, включая методы коррекции ошибок и масштабируемые архитектуры;

– Развитие образовательных программ для подготовки специалистов в области квантовых вычислений;

– Формирование этических и регуляторных стандартов для минимизации рисков;

– Укрепление международного сотрудничества для ускорения технологического прогресса [7-9].

Особое внимание стоит уделить энергоэффективности. На рис. 5 представлена энергоэффективная квантовая схема, которая сокращает энергопотребление на 40% за счет оптимизации структуры.

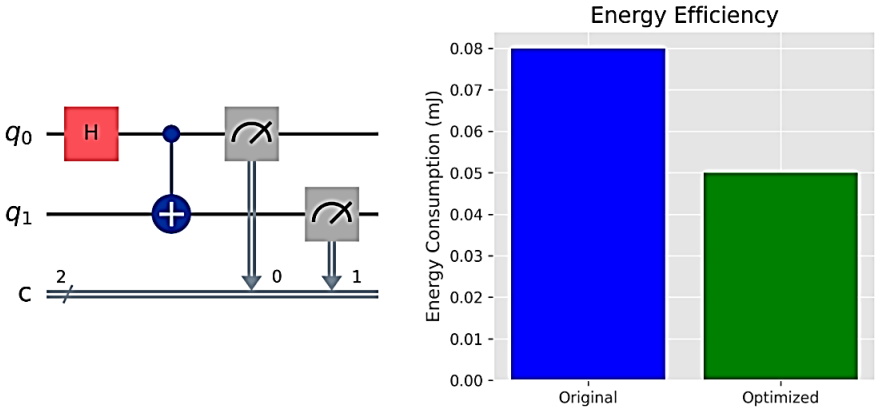


Рис. 5. Энергоэффективная квантовая схема для ИИ

Квантовые вычисления и искусственный интеллект представляют собой две взаимодополняющие технологии, способные переопределить границы возможного – от разработки новых материалов до решения глобальных экологических проблем. Однако их интеграция требует преодоления значительных технических, экономических и этических барьеров. Дальнейший прогресс будет зависеть от скоординированных усилий научного сообщества, индустрии и регуляторов, направленных на ответственное внедрение этих прорывных технологий. Будущее, в котором квантово-усиленный ИИ решает задачи, недоступные классическим системам, становится достижимым, но его реализация потребует времени, ресурсов и междисциплинарного подхода.

Источники

1. Cerezo M., Arrasmith A., Babbush R., et al. Challenges and opportunities in quantum machine learning // Nature Computational Science. 2022. Vol. 2. P. 567–576.

2. Preskill J. Quantum computing in the NISQ era and beyond // Quantum. 2018. Vol. 2. 79 p.

3. Ахмаров, А. В. Квантовые вычисления: перспективы и вызовы для бизнеса / А. В. Ахмаров, А. У. Байдарова, А. А. Потапов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Т. 13, № 11-1. С. 580-589.

4. Пырнова О.А. Информационная безопасность в эпоху квантовых технологий // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. С. 439-443.

5. Струнин, Д. А. Влияние квантовых вычислений на развитие искусственного интеллекта / Д. А. Струнин // Молодой ученый. 2024. № 32(531). С. 22-23.

6. Наташкин, Д. А. Перспективы квантовых вычислений в информационных технологиях / Д. А. Наташкин // Векторы развития современной науки: Сборник статей II Международной научно-практической конференции. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2023. С. 55-62.

7. Цеева Ф.М., Верещагина А.С., Николаева С.Г. Автоматизация производства с использованием нейронных сетей и глубокого обучения // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, № 12(153). С. 12-19.

8. Насурова З.А., Халидов А.А., Лугуева А.С. Искусственный интеллект: современные применения и перспективы развития // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 9, № 2(155). С. 110-115.

9. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Перспективы развития искусственного интеллекта и кибернетики // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 3-4 (17-18). С. 78-81.

УДК 338:658

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КАК СЕРВИСА

Смирнова Полина Владимировна[1], Виталий Евгеньевич Полторацкий[2]
[1]ФГБОУ ВО «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А. А. Леонова», г. Королев, Московская область
[2]ООО «АМТ-ГРУПП», г. Королёв, Россия
[1]p.v.smirnova@mail.ru

Аннотация. В работе исследуется влияние технологий искусственного интеллекта на экономическое поведение малого бизнеса. В исследовании представлены ключевые процессы, которые реализуются с применением искусственного интеллекта, определены перспективные для цифровизации процессы, показаны барьеры внедрения цифровых технологий, показан вариант цифровой трансформации, основанный на представлении технологии искусственного интеллекта как сервиса.

Ключевые слова: технологии искусственного интеллекта, барьеры цифровизации, технология как сервис.

THE DIGITAL TRANSFORMATION OF THE RECRUITMENT PROCESS: IMPLEMENTINGMODERN TOOLS IN ORGANIZATIONAL PRACTICE

Smirnova Polina Vladimirovna, Poltoratsky Vitaly Evgenievich
[1]Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, pilot-cosmonaut A.A. Leonov», Korolev, Moscow region
[2]AMT-GROUP LLC, Korolev, Russia
[1]p.v.smirnova@mail.ru

Abstract. The paper examines the impact of artificial intelligence technologies on the economic behavior of small businesses. It presents the key processes implemented with artificial intelligence, identifies promising areas for digitalization, and highlights barriers to the adoption of digital technologies. Furthermore, it outlines an option for digital transformation based on the use of artificial intelligence as a service.

Keywords: Artificial intelligence technologies, barriers to digitalization, technology as a service.

Как влияют современные технологии на развитие малого бизнеса? Применение современных цифровых технологий является не роскошью, а непременным условием обеспечения эффективности бизнеса. Мы наблюдаем, как текущие рутинные операции по взаимодействию внутри организации и по взаимодействию организации со своими контрагентами и клиентами становятся

всё более сложными, требующими внимания и квалификации исполнителей, и, значит, стоящими для организации больше. Те компании, которые могут эффективно использовать новые цифровые решения и технологии для решения собственных задач, становятся более устойчивыми, более успешными. И это особенно важно для предприятий малого бизнеса, которые, как правило, имеют не очень большой запас прочности и в большей степени подвержены изменениям, происходящим во внешней среде.

В работе исследуется вопрос, насколько плодотворно используются цифровые инновационные технологии в малом бизнесе, какие процессы подвержены цифровой трансформации в первую очередь, и какие факторы ограничивают применение цифровых решений и технологий. В первую очередь, мы заинтересованы в изучении проблем и перспектив применения технологий ИИ как инновационной в глобальном смысле технологии.

Из диаграммы, представленной на рис. 1, видно, что технологии ИИ используются предприятиями, в первую очередь, в процессах производства продуктов и услуг, а также в процессах продаж и постпродажном обслуживании. Это ключевые процессы организаций, требующие существенного внимания, их результативность во многом определяет и результативность организации в целом.

Рис 1. Использование технологий ИИ в бизнес-процессах компаний

Анализ тенденций применения технологий ИИ в бизнесе позволяет сделать вывод о том, что существенные изменения при цифровизации затронут процессы маркетинга и рекламы, а также стратегического планирования и управления. Отметим, что для малого бизнеса цифровизация рекламы и маркетинга позволяет сохранить высокую гибкость при изменяющихся условиях внешней среды [4].

Основные факторы, сдерживающими внедрение технологий искусственного интеллекта в малом бизнесе, представлены на рис. 2. Кроме перечисленных факторов отметим, важную особенность – это отсутствие запроса на развитие

бизнеса с помощью цифровых решений из-за высокого уровня погруженности владельцев малого бизнеса в операционный менеджмент.

Рис 2. Барьеры внедрения цифровых технологий в малом бизнесе (% от числа организаций, использующих или планирующих использование цифровых технологий)

Анализ барьеров внедрения цифровых технологий подтверждает финансовые ограничения как ключевой барьер. Преодоление этого барьера возможно за счет использования сервисной технологической модели. Такая модель ориентирована на использование технологий ИИ как сервиса через облачные платформы или других внешних сервис-провайдеров.

По данным [2] 47,4% организаций используют технологии ИИ более трех лет. Те же компании, которые до настоящего времени не осуществляли цифровую трансформацию, планируют внедрять, в первую очередь, именно технологии ИИ. Это можно объяснить, с одной стороны, активным обсуждением проблем и перспектив применения технологий ИИ не только в отрасли, но и в целом в общественном пространстве [5], с другой стороны, практически бесплатным стартовым доступом к технологиям ИИ в варианте генеративного искусственного интеллекта, основанного на базе больших языковых моделей.

Популярность набирают сервисы, основанные на отечественных разработках генеративного искусственного интеллекта в силу их достаточно высокого качества и доступности [1]. Назовем, в первую очередь, модель GigaChat, разработанную Сбером, доступ к которой открыт в следующих вариантах: в формате чат-бота на официальном сайте [3], в социальной сети ВКонтакте, в Telegram, на умных устройства Sber. Решение доступно для использования благодаря GigaChat API, что позволяет встраивать ИИ в используемые в бизнесе CRM, ERP-решения и другое прикладное программное обеспечение.

Отметим, что в настоящее время, после запуска бета-версии в 2023 г., решение было интегрировано в более 25 сервисов, не включая сервисы и решения экосистемы Сбербанка. Среди крупнейших участников ИТ-рынка,

продукты которых востребованы у малого бизнеса – «Битрик24» (решение интегрировано в ИИ-ассистента) и «МойОфис Документы», а также в инструменты информационной безопасности – SIEM-систему «Kaspersky Unified Monitoring and Analysis Platform», обеспечивающей снижение объема рутинных операций в сфере информационной безопасности и повышающей тем самым ее доступность для малого бизнеса.

Развитие интеграционного подхода и формирование предоставления услуги как сервиса помогает организациям малого бизнеса повысить эффективность своей работы.

Технологии искусственного интеллекта, и в частности, генеративный искусственный интеллект, которые становятся в настоящее время все более доступными малому бизнесу как инструменты, повышающие точность решения сложных индустриальных задач, позволяют ему использовать для операционной и стратегической деятельности высокопроизводительные ресурсы как сервисы. Такой сервисный подход снижает требования к финансовому обеспечению цифровой трансформации бизнеса, повышает ее скорость и результативность.

Источники

1. Мониторинг цифровой трансформации бизнеса: [Электронный ресурс]; Вып. 1. doi:10.17323/ISSEK_BDTM_1.

2. Решения для бизнеса: технологии и сервисы для компании от экосистемы Сбербанка. Режим доступа: https://developers.sber.ru/.

3. Рубцова, П. А. Повышение эффективности предприятия за счет внедрения цифровых технологий / П. А. Рубцова, М. А. Черникова, Е. И. Корженевская // Аллея науки. – 2024. – Т. 2, № 5(92). – С. 32-37.

4. Смирнова П. В., Маркина К.М. Цифровое развитие малого и среднего бизнеса // Актуальные проблемы регионального социально-экономического развития: Сборник тезисов VI республиканской научно-практической конференции. Алчевск: Донбасский государственный технический университет, 2024. С. 104-107.

5. Хомутова Е. В. Использование технологий искусственного интеллекта в цифровой трансформации бизнеса // ЕГИ. 2024. №1 (51). С. 258-261.

6. AI Benchmarking Guide 2024: Top 10 world products [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.arabianbusiness.com/industries/technology/ai-benchmarking-guide-2024-top-10-world-products (дата обращения: 02.02.2025).

7. Wei Jiang, Junyoung Park, Rachel (Jiqiu) Xiao, and Shen Zhang. AI and the Extended Workday: Productivity, Contracting Efficiency, and Distribution of Rents. NBER Working Paper No. 33536. February 2025. JEL No. G3, J2, O3.

УДК 004.891

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА: ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ДОКУМЕНТОВ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ НИХ КЛЮЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Советный Илья Дмитриевич, Семенов Александр Владимирович
ФГБОУ ВО «ПетрГУ», г. Петрозаводск, Россия
sovetniy@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема автоматизации документооборота с использованием методов машинного обучения для классификации документов и извлечения из них ключевой информации. Предложенный подход включает предварительную обработку документов, разогрев моделей машинного обучения, классификацию и извлечение информации из документов, а также кросс-валидацию извлеченной информации, что позволяет значительно ускорить обработку документов.

Ключевые слова: автоматизация документооборота, машинное обучение, классификация документов, извлечение информации, разогрев моделей машинного обучения, кросс-валидация, предварительная обработка данных.

AUTOMATION ON DOCUMENT WORKFLOW: APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS TO CLASSIFY DOCUMENTS AND EXTRACT KEY INFORMATION FROM THEM

Sovetniy Ilya Dmitrievich, Semyonov Alexander Vladimirovich
PetrSU, Petrozavodsk, Russia
sovetniy@bk.ru

Abstract. The article addresses the problem of automating document management using machine learning methods for document classification and key information extraction. The proposed approach includes document pre-processing, warming up machine learning models, document classification and information extraction, as well as cross-validation of extracted information, which significantly accelerates the document processing speed.

Key words: document workflow automation, machine learning, document classification, information extraction, warming up machine learning models, cross-validation, data preprocessing.

Современные организации ежедневно сталкиваются с огромными объемами бумажной и электронной документации, обработка которой вручную требует значительных временных и человеческих ресурсов. Ручной документооборот часто сопровождается ошибками, в связи с чем

автоматизация процесса обработки документов становится особенно актуальной. Применение методов машинного обучения для извлечения ключевой информации из документов позволяет не только ускорить процесс, но и повысить его точность.

Большинство методов, используемых для задач визуального понимания документов (VDU) опираются на оптическое распознавание символов (OCR), что делает их зависимыми от условий, в которых они используются, усложняя процесс и снижая точность [1].

Цель данной работы – разработка подхода к автоматизации документооборота с использованием современных технологий машинного обучения для классификации документов и извлечения из них ключевой информации. Предлагаемый подход предполагает предварительную обработку документов, их классификацию и кросс-валидацию извлеченной информации между разными типами документами. Он исключает предварительное распознавание текста, упрощая и ускоряя процесс, а также повышая точность.

Методология. Представленный подход к автоматизации документооборота объединяет 5 ключевых этапов: предобработку документов, разогрев моделей машинного обучения, классификацию документов, извлечение из них необходимой информации и кросс-валидацию извлеченных данных

1. Предобработка изображений:

Перед тем, как изображения подаются на вход моделей, они проходят предварительную обработку: масштабирование и обрезку изображений, обеспечивая единый формат входных данных для модели и коррекцию ориентации при помощи Tesseract OCR.

2. Разогрев моделей:

Перед вводом моделей в эксплуатацию выполняется процедура «разогрева», направленная на стабилизацию скорости обработки документов. Ее суть заключается в прогоне через модель фиктивных (например, полностью белых) изображений для исключения задержек на первых этапах. Причины задержек при «холодном» старте могут быть следующими:

● В PyTorch первая обработка данных запускает компиляцию операций и оптимизацию графа, что может увеличить время выполнения первой операции в 100 раз [2].

● Выделение памяти под тензоры, инициализация CUDA-ядер на GPU, загрузка весов в видеопамять – эти процессы выполняются при первом запуске, что критично для потоковой обработки документов.

3. Классификация документов:

Необходимость классификации обусловлена разнородностью документов и требованием адаптивного извлечения данных.

Каждый тип документа содержит уникальную информацию, которую необходимо извлечь, классификация документа позволяет определить, какую именно информацию необходимо извлечь из документа.

Для некоторых документов их тип является частью извлеченной информации, например, аттестаты за 9 и 11 классы указывают на уровень полученного образования.

4. Извлечение информации:

На данном этапе происходит извлечение необходимой информации из документов в зависимости от их типа.

5. Кросс-валидация извлеченной информации:

Извлеченная из каждого документа информация подвергается кросс-валидации, путем сравнения значений полей, которые должны быть одинаковыми во всех типах документов, например, имя, дата рождения, адрес проживания и прочие. Это необходимо для ручной проверки специалистами.

Эксперименты и результаты. Для классификации и извлечения информации применяется модель машинного обучения Document Understanding Transformer (Donut) [3], основанная на архитектуре Transformer. Её ключевое преимущество – способность работать с документами напрямую, без необходимости предварительного распознавания текста, что сокращает количество этапов обработки и позволяет добиться большей точности. Задачей модели является предсказание JSON, то есть выходные данные модели – структурированный JSON объект со всей информацией из документа, что является еще одним преимуществом.

В ходе исследований было обучено 4 модели Donut - одна для классификации документов и 3 для извлечения данных из разных типов документов (паспорт, аттестат, анкета). Все модели были обучены на наборах данных со сгенерированными документами. Для анкет и аттестатов были сгенерированы собственные датасеты, а для паспортов использовался набор MIDV-2020 [4]

Перед тем, как изображения поступают на вход моделей, они проходят предварительную обработку. С помощью библиотеки Pillow [5] выполняется масштабирование изображений до размеров, на которых обучались модели, а также их обрезка до области с информацией. Следующим этапом обработки является бинаризация и устранение шумов для коррекции ориентации при помощи метода image_to_osd библиотеки pytesseract [6].

Обработанные изображения классифицируются по шести заранее определенным категориям: паспорт, анкета и четыре вида аттестатов, соответствующие различным типам образования.

После категоризации, каждому документу назначается соответствующий класс, что позволяет извлечь информацию при помощью нужной модели.

Далее вся извлеченная информация подвергается валидации – происходит сравнение имени и фамилии во всех документах, даты рождения в паспорте и анкете и подсчет результатов в аттестате.

После валидации формируется JSON со всей извлеченной информацией, а также информацией об успешности валидации.

Предложенный подход был протестирован на сгенерированных документах, представленных на рис. 1. Весь процесс извлечения данных занял 20 секунд, что гораздо быстрее ручной обработки. Результаты обработки представлены в таблицах 1-4.

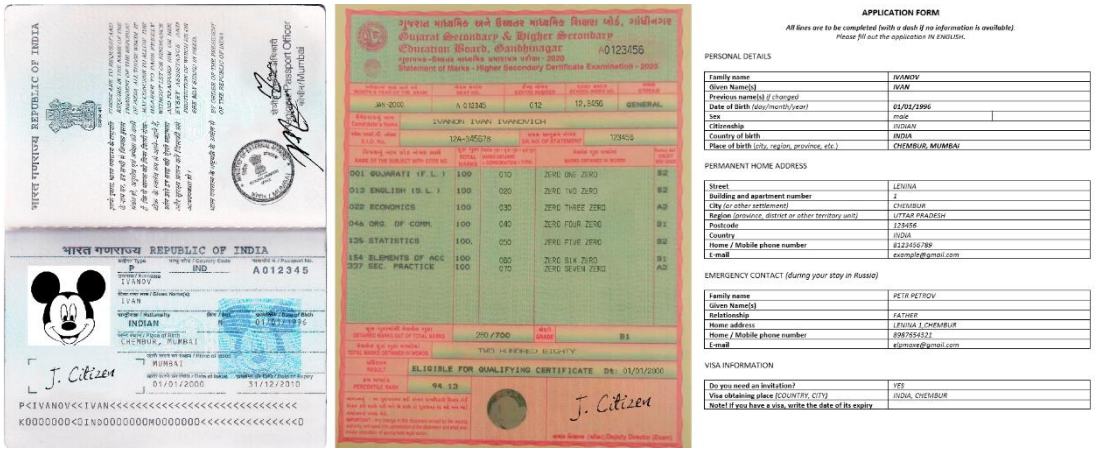


Рис. 1. Примеры документов

Таблица 1. Извлеченные данные из паспорта

Поле документа	**Извлеченное значение**
Номер паспорта	A012345
Фамилия	IVANOV
Имя	IVAN
Национальность	INDIAN
Дата рождения	01/01/1996

Таблица 2. Извлеченные данные из аттестата

Поле документа	**Извлеченное значение**
Тип образования	Среднее общее (Gujarat)
ФИО	IVANOV IVAN IVANOVICH
Оценка	280/700
Оценка текстом	TWO HUNDRED EIGHTY

Таблица 3. Извлеченные данные из анкеты

Поле документа	**Извлеченное значение**
Имя	IVANOV IVAN
Дата рождения	01/01/1996

Таблица 4. Валидация данных

Категория	**Совпадение**
Совпадение имени	Совпадает
Совпадение даты рождения	Совпадает
Совпадение рассчитанного результата с реальным	Совпадает
Совпадение числового результата с текстовым	Совпадает

Таким образом, предложенный в данной работе подход позволяет добиться высокой скорости и точности обработки больших объемов документов, сводя рутинность к минимуму, а также исключить возможные ошибки ручного ввода при обработке данных.

Источники

1. Советный И.Д. Методы извлечения данных из оцифрованных документов [Электронный ресурс] / И.Д. Советный, А.В. Семенов // Цифровые технологии в образовании, науке, обществе. – Петрозаводск, 2024. – С.161-163.
2. Jaideep Ray Model warmup // Medium [Электронный ресурс]. URL: https://medium.com (дата обращения: 19.03.2025)
3. Geewook Kim OCR-free Document Understanding Transformer / Teakgyu Hong, Moonbin Yim, Jeongyeon Nam [и др.] // arXiv [Электронный ресурс]. URL: https://arxiv.org/ (дата обращения: 17.03.2025)
4. K.B. Bulatov MIDV-2020: A Comprehensive Benchmark Dataset for Identity Document Analysis / E.V. Emelianova, D.V. Tropin, N.S. Skoryukina [и др.] // La Rochelle Université [Электронный ресурс]. URL: http://l3i-share.univ-lr.fr/ (дата обращения 20.03.2025)
5. Pillow [Электронный ресурс]. URL: https://pillow.readthedocs.io
6. Pytesseract [Электронный ресурс]. URL: https://pypi.org/project/pytesseract/

УДК 004.89

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Соколов Александр Александрович, Ростова Антонина Тимофеевна
Пятигорский институт (филиал) СКФУ, г. Пятигорск, Россия
yarikshevchenko2004@mail

Аннотация. В статье рассматривается применений нейросетевых технологий для диагностики силовых трансформаторов с целью повышения их надежности и эксплуатационных рисков, анализируются возможности использования искусственных (ANN), сверточных (CNN) и рекуррентных (LSTM, GRU) нейронных сетей и автокодировщиков (Autoencoders), генетических алгоритмов (GA) в прогнозировании отказов и автоматизированном мониторинге состояния оборудования. Предложен пошаговый план интеграции данных технологий, а также представлены результаты осуществления плана и произведена оценка экономического эффекта.

Ключевые слова: силовые трансформаторы, нейросетевые технологии, диагностика, прогнозирование, нейронные сети, мониторинг, эффективность.

USING NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES TO ASSESS THE CONDITION OF POWER TRANSFORMERS

Sokolov Aleksandr Aleksandrovich, Rostova Antonina Timofeevna
Pyatigorsk Institute (branch) of NCFU, Pyatigorsk, Russia
ISokolovS@mail.ru

Abstract. The article discusses the application of neural network technologies for diagnostics of power transformers in order to increase their reliability and operational risks, analyzes the possibilities of using artificial (ANN), convolutional (CNN) and recurrent (LSTM, GRU) neural networks and autoencoders, genetic algorithms (GA) in failure prediction and automated monitoring of equipment condition. A step-by-step plan for integrating these technologies is proposed, and the results of the plan implementation are presented and the economic effect is assessed.

Keywords: power transformers, neural network technologies, diagnostics, forecasting, neural networks, monitoring, efficiency.

Силовые трансформаторы являются ключевыми элементами в энергосистемах ввиду обеспечения передачи электроэнергии между различными уровнями напряжения, при этом на сегодняшний день в России, по данным Международного энергетического агентства (IEA), больше 30 % трансформаторов осуществляют работу с достаточно большим риском отказов. А финансовые потери в результате поломки значимого трансформатора достигают больших сумм, вплоть до 168 миллионов рублей [1]. Именно поэтому актуальная диагностика настолько важна.

Традиционные методы (хроматографический анализ растворенных газов, контроль температуры) достаточно часто могут оказаться неточными из-за человеческого фактора, а также периодичности проверок трансформаторов. Основываясь на исследованиях «Института инженеров электротехники и электроники» (IEEE), около 60 % аварийных ситуаций можно было предотвратить при наличии у трансформаторов современных систем предиктивного технического обслуживания. Применение нейросетевых технологий позволяет осуществлять постоянный мониторинг и прогнозирование состояния трансформаторов – данные технологии не только обнаруживают неисправности, но и оптимизируют график технического обслуживания, снижая расходы на 20-25 %.

Искусственные нейронные сети применяются для проведения анализа временных рядов эксплуатационных параметров, осуществления прогнозирования оставшегося срока службы трансформатора и выявления закономерностей. Данная технология состоит из многослойных перцептронов (MLP), которые способы определять сложные зависимости между входными параметрами. ANN используются для осуществления анализа температуры масла и обмоток трансформатора, предсказания перегрева, определения аномального поведения тока и напряжения, а также для оценки состояния изоляции [2].

Сверточные нейронные сети эффективны в обработке изображений и позволяют анализировать тепловизионные снимки трансформаторов, выявляя зоны перегрева. Данные сети включают в себя несколько сверточных слоев, которые объединены с полносвязными слоями, что делает их особенно важными для диагностики визуальных неисправностей. CNN используются для проведения анализа тепловизионных изображений с целью определения зон перегрева и утечек тепла, обнаружения механических повреждений на внешних поверхностях трансформатора и идентификации повреждения изоляции по изменению структуры изображения [3].

Рекуррентные нейронные сети обладают механизмами долгосрочной памяти, именно поэтому LSTM и GRU идеально подходят для анализа тенденций изменения параметров в течение длительного времени. Данные сети позволяют обнаружить аномальное поведение вибрации и акустического шума [4].

Автокодировщики – это нейросеть, которая предназначена для уменьшения размерности данных и выявления аномалий. Автокодировщики обнаруживают отклонения в параметрах работы трансформатора, выявляют неисправности оборудования за счет анализа спектров вибрации и шума и автоматически распознают нарушение работы оборудования без необходимости программирования пороговых значений [5].

Генетические алгоритмы основаны на принципах естественного отбора и эволюции, они используются для оптимизации параметров нейросетей и настройки диагностических моделей. В оценке состояния силового трансформатора GA применяются для совершенствования структуры ANN с

целью обеспечения максимальной точности предсказаний и автоматического выбора наилучших параметров работы [6].

Объединение вышеописанных технологий в систему диагностики силовых трансформаторов предоставляет возможность создать надежную модель предсказания неисправностей. Для достижения наибольшей эффективности требуется пошаговое внедрение, которое включает сбор данных, их обработку и обучение моделей с их последующей интеграцией в эксплуатационные процессы. Пошаговый план по реализации нейросетевых технологий выглядит следующим образом:

1. Установка требований и проведение сбора данных:

- определение ключевых параметров диагностики (температура масла, вибрация, акустические сигналы, газовый анализ и т.д.);
- разработка системы сбора данных с учетом возможностей ANN, CNN, LSTM и автокодировщиков;
- настройка автоматического сбора данных с датчиков и камер тепловизоров.

2. Установка оборудования:

- оснащение трансформаторов датчиками температуры, вибрации, газа, тока и напряжения;
- установка тепловизионных камер для сбора изображений, необходимых для CNN;
- создание системы хранения и передачи данных для дальнейшего анализа.

3. Разработка и обучение нейросетевых моделей:

- обучение ANN для анализа температурных и электрических параметров;
- применение CNN для обработки тепловизионных изображений;
- обучение LSTM и GRU на временных рядах для предсказания отказов;
- разработка автокодировщиков для выявления аномалий в работе;
- применение генетических алгоритмов для оптимизации архитектуры моделей.

4. Интеграция в систему мониторинга:

- внедрение предиктивных алгоритмов в SCADA-систему;
- настройка системы оповещения о потенциальных отказах;
- внедрение автоматического самообучения моделей на новых данных.

5. Тестирование и калибровка:

- проведение тестирования моделей на реальных данных;
- оценка точности прогнозирования, оптимизация моделей;
- настройка пороговых значений предупреждений на основе выявленных данных.

6. Эксплуатация и поддержка:

- запуск системы в эксплуатацию;

- организация регулярного обновления моделей;
- анализ эффективности работы и внесение улучшений.

Внедрение нейросетевых технологий в диагностику силовых трансформаторов приведет к следующим результатам:

- снижение числа аварийных ситуаций на 30-50 % за счет предиктивного анализа отказов;
- увеличение срока службы оборудования на 20-30 % за счет оптимизации режимов эксплуатации;
- уменьшение затрат на ремонт до 20-40 % благодаря переходу от реактивного к предиктивному обслуживанию;
- продление срока службы трансформаторов на 40-50 % за счет оптимизации эксплуатационных режимов;
- снижение рисков отказа оборудования и связанных с этим финансовых потерь.

Таким образом, применение нейросетевых технологий в оценке состояния силовых трансформаторов значительно увеличивает их надежность и снижает эксплуатационные риски. Традиционные методы диагностики часто оказываются неточными, в то время как искусственные нейронные, а также сверточные и рекуррентные сети, автокодировщики и генетические алгоритмы позволяют осуществлять автоматизацию анализа данных, выявление неисправностей на ранних стадиях и прогнозирование отказов. Пошаговая реализация предложенной системы предоставят возможность обеспечить снижение аварий на 30-50 %, продление срока службы трансформаторов на 20-30 % и сокращение затрат на ремонт до 40 %, что приведет к экономии и повышению эффективности энергосистем.

Источники

1. Международное энергетическое агентство (IEA). Отчет о состоянии энергетических систем России.
2. Институт инженеров электротехники и электроники (IEEE). Применение нейросетевых технологий в энергетике: исследования и разработки.
3. Чжан, С. Применение сверточных нейронных сетей в диагностике неисправностей силовых трансформаторов с использованием термографических изображений // Energy Reports. 2020. Т. 6. С. 176-182.
4. Ли Син, Лю Ян. Использование рекуррентных нейронных сетей LSTM для мониторинга состояния силовых трансформаторов // IEEE Transactions on Power Systems. 2019. Т. 34. № 4. С. 1031-1039.
5. Чжан Ц. Автокодировщики для выявления аномалий в данных вибрации трансформаторов // Journal of Electrical Engineering. 2018. Т. 19. С. 215-220.
6. Уильямс Р. и Томпсон Дж. Генетические алгоритмы для оптимизации предсказательных моделей в энергетических системах // Applied Soft Computing. 2017. Т. 54. С. 94-103.

УДК 004.8

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ КОЛЛЕДЖА

Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
solovyov_v_i@mail.ru

Аннотация. В данной статье будет исследованы особенности применения технологий искусственного интеллекта в образовательной среде колледжа. Автором выполнен анализ программ искусственного интеллекта, а также анализ особенностей автоматической оценки, осуществляемой при помощи технологии искусственного интеллекта.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, колледж, образовательная среда.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE COLLEGE EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Solovyov Valery Ivanovich
Tayrida College (structural unit) V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
solovyov_v_i@mail.ru

Abstract. This article will examine the features of the use of artificial intelligence technologies in the educational environment of the college. The author analyzed artificial intelligence programs, as well as the features of automatic assessment carried out using artificial intelligence technology.

Keywords: Artificial intelligence, college, educational environment.

Технологии, основанные на искусственном интеллекте, активно присутствуют в нашей повседневной жизни. Становятся привычными они и в образовательной среде колледжа.

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных особенностям применения технологий искусственного интеллекта в образовательной среде колледжа.

Президент России Владимир Владимирович Путин своим указом «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» утвердил национальную стратегию развития искусственного интеллекта до 2030 года. В частности, президент поручил Кабинету министров ежегодно представлять доклад о ходе реализации этой стратегии, а также предусматривать при

формировании в 2020-2030 годах проектов федеральных бюджетов средства на реализацию данного указа [1].

Рост мирового рынка технологий искусственного интеллекта (2016-2025), $ млн показан на рис. 1.

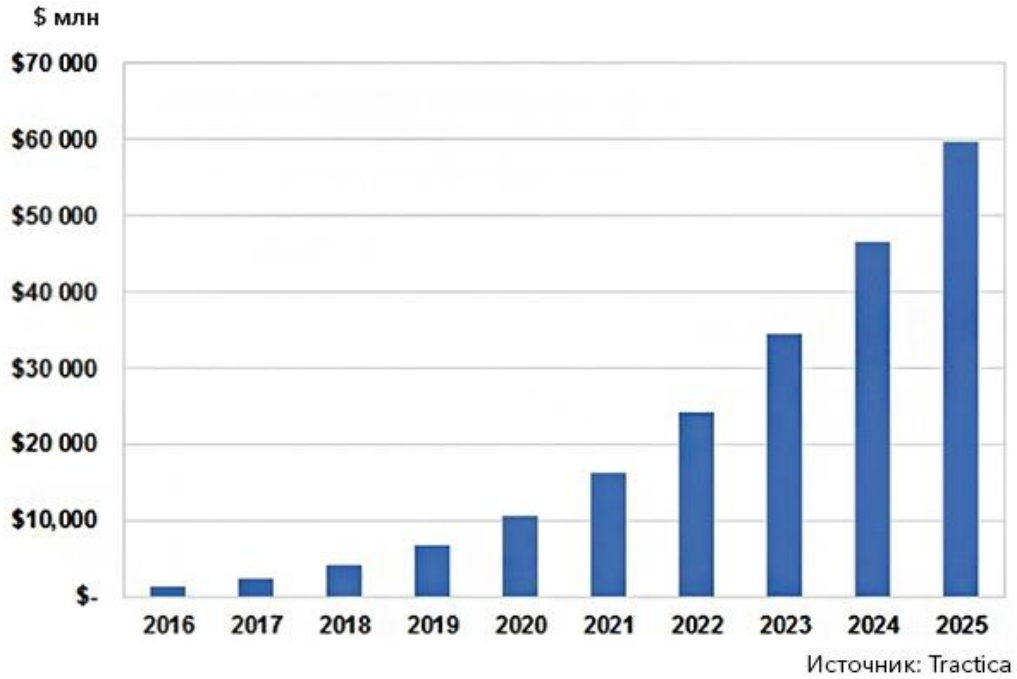


Рис. 1. Рост мирового рынка технологий искусственного интеллекта (2016-2025), $ млн

Виктор Милюков – зав. кафедрой компьютерной инженерии и моделирования Физико-технического института КФУ им. В. Вернадского отмечает, что «Искусственный интеллект просто присутствует в нашей с вами жизни и никуда уходить не собирается. Уже вполне реально и качественно работают многочисленные сервисы: автоматическое распознавание фотографий и изображений вещей, будь то произведение искусства или бутылка с напитком, распознавание и синтез речи, обработка рукописных и печатных текстов. Чат-боты научились общаться с клиентом на разговорном языке. Без голосовых помощников уже трудно представить работу автомобильных навигаторов» [2].

Следует отметить, что «Искусственный интеллект влияет на формирование профессий будущего…, обусловлено это тем, что искусственный интеллект позволяет компьютерам обучаться на собственном опыте, адаптироваться к задаваемым параметрам и выполнять те задачи, которые раньше были под силу только человеку.» [3, с. 229].

О. Г. Солнцева в своей статье «Аспекты применения технологий искусственного интеллекта» отмечает, что «В настоящее время наблюдается влияние инноваций на технологические процессы в различных сферах деятельности, а применение технологий искусственного интеллекта оказывает

непосредственное влияние на развитие общества» [4, с. 43]. Оксана Солнцева указывает на то, что «В будущем на ИИ в сфере образования возлагаются большие надежды. Возможно, уже скоро искусственный интеллект будет способен проводить анализ детальности школы, педагогов, а также каждого конкретного ученика, сможет учитывать его личностные особенности, общее состояние, настроение, и в случае необходимости сообщать об этом преподавателю.» [4, с. 48].

Исследователи Пырнова О.А., Зарипова Р.С. в своей статье «Технологии искусственного интеллекта в образовании» указывают на то что, «В настоящее время существует много программ искусственного интеллект (ИИ), помогающие в образовании, благодаря которым студенты, школьники и учителя получают огромную пользу.» [5, с. 42]. Авторы поясняют суть автоматической оценки, осуществляемой при помощи технологии искусственного интеллекта. По их мнению, автоматическая оценка это: «Специализированная компьютерная программа, основанная на искусственном интеллекте, которая имитирует поведение учителя, проставляющего оценки за эссе, написанные в образовательной среде. Она может оценивать знания студентов, анализировать их ответы, давать обратную связь и составлять индивидуальные планы обучения. [5, с. 41].

Шарунов Н.Д. в своей статье «Технология искусственного интеллекта как эффективная форма, применяемая в системе образования» анализируя создание систем, которые имитируют интеллектуальную деятельность человека отмечает, что это «стало новым толчком для развития в различных сферах, в том числе и в сфере образования. Одним из ответвлений этого направления являются экспертные системы. Они представляют собой обобщенные знания эксперта или группы экспертов, в формализованном виде. Такие системы могут быть весьма полезны для повышения уровня успеваемости учениками, а также повысит уровень их понимания.» [6, с. 123].

Н. В. Филиппов, Р. Г. Измайлова в своей статье «Искусственный интеллект в педагогическом колледже: к теоретическим основам» указывают на то, что «специфика использования искусственного интеллекта в настоящее время широко изучается в образовательной среде.» [7, с. 113].

В результате проведенного исследования, нами сделан вывод о том, что искусственный интеллект способен произвести революцию в образовании, превратив его из системы, ориентированной на запоминание фактов, в систему, которая помогает обучающимся полностью раскрыть свой потенциал и приобрести необходимые навыки посредством более персонализированного обучения. По мере развития технологий искусственного интеллекта преподавателям становится все доступнее внедрять инструменты

искусственного интеллекта в своих учебных группах и обеспечивать персонализированный опыт обучения.

Искусственный интеллект в образовании применяется для улучшения результатов обучения и помогает преподавателям в разработке более совершенных образовательных практик. Существует множество способов, с помощью которых колледжи могут использовать технологию — от автоматической оценки заданий до индивидуальных учебных программ.

Наиболее эффективным, применение искусственного интеллекта в образовательной среде колледжа может быть при автоматизации оценки знаний студентов. Нами отмечается, как наиболее трудоемкая для преподавателя - проверка домашних заданий и самостоятельной работы студентов.

Нами отмечаются следующие недостатки применения искусственного интеллекта при автоматизации оценки знаний студентов: обеспечение стабильного Интернет-соединения и дороговизна технологий искусственного интеллекта.

Мы также констатируем, что искусственный интеллект, возможно, никогда не сможет в полной мере заменить оценку преподавателя - человека, но сама процедура и ее результат становится значительно близок к реальному.

Таким образом, искусственный интеллект, автоматизируя процесс выставления оценки, позволяет преподавателю освободить время для общения со студентами.

Применение искусственного интеллекта в образовательной среде колледжа – это очень перспективный тренд, способный изменить формы и методы теоретического обучения и практической подготовки выпускаемых специалистов. Искусственный интеллект способен персонализировать программы обучения, позволяет создавать современные виртуальные лаборатории, а также выполнять интеллектуальное сопровождение и информационную поддержку преподавателей, тем самым обогащая образовательный процесс колледжа и способствуя достижению более высоких результатов обучения студентами. Нами констатируется, что применение искусственного интеллекта в образовательной среде колледжа представляет огромный потенциал для улучшения образовательного процесса и персонализации обучения.

Искусственный интеллект может анализировать значительные объемы данных и предоставлять ценную информацию для принятия решений. Алгоритмы искусственного интеллекта могут анализировать данные о производительности студентов, прогнозировать их успеваемость и предлагать рекомендации для улучшения образовательного процесса.

Системы искусственного интеллекта помогают облегчить работу как администрации колледжей, так и преподавателей. Помимо оптимизации

рутинных и бюрократических задач, инструменты на базе искусственного интеллекта анализируют большие объемы информации об успеваемости, посещаемости и поведения студентов. Преподавательский состав принимает более точные решения при организации учебного процесса в образовательной среде колледжа.

Источники

1. Путин утвердил стратегию развития искусственного интеллекта до 2030 года: [сайт]. URL: https://ria.ru/20191011/1559659017.html (дата обращения: 18.03.2025).
2. Краснопольская В. Цифровое будущее – две стороны одной медали // Крымские известия: газета Государственного совета Республики Крым. 2021. URL: http://new.crimiz.ru/rubriki/154-obrazovanie-i-nauka1/15172-tsifrovoe-budushchee-dve-storony-odnoj-medali (дата обращения: 18.03.2025).
3. Соловьев В.И. Влияние искусственного интеллекта на формирование профессий будущего // Формирование надпрофессиональных навыков молодежи в Крыму. Материалы рег. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. Симферополь, 2020. С. 225-230.
4. Солнцева О.Г. Аспекты применения технологий искусственного интеллекта // E-Management. 2018. Т. 1. № 1. С. 43-51
5. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Технологии искусственного интеллекта в образовании // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. Т. 10. № 3. С. 41 – 44.
6. Шарунов Н.Д. Технология искусственного интеллекта как эффективная форма, применяемая в системе образования // Вестник научных конференций. 2018. № 3-2 (31). С. 122-124.
7. Филиппов Н.В., Измайлова Р.Г. Искусственный интеллект в педагогическом колледже: к теоретическим основам // Вестник Государственного гуманитарно-технологического университета. 2024. № 4. С. 113-118.

УДК 004.932

МЕТОДЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА

Соловьев Никита Алексеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
nsolovev686@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются методы предварительной обработки изображений инженерных чертежей с целью повышения их качества для последующего автоматического распознавания текста (OCR) и анализа графической информации. Описаны основные проблемы цифровых копий чертежей, и проведен обзор современных методов улучшения качества изображений. Работа направлена на систематизацию существующих решений и выявление наиболее эффективных методов предварительной обработки изображений чертежей к их последующему автоматическому анализу.

Ключевые слова: цифровая обработка изображений, шумоподавление, улучшение контрастности, дефекты чертежей.

METHODS OF PRELIMINARY IMAGE PROCESSING OF DRAWINGS FOR SUBSEQUENT TEXT RECOGNITION

Solovyov Nikita Alekseevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
nsolovev686@gmail.com

Abstract. This article discusses methods for preprocessing images of engineering drawings in order to improve their quality for subsequent automatic text recognition (OCR) and graphical information analysis. The main problems of digital copies of drawings are described, and a review of modern methods for improving image quality is conducted. The work is aimed at systematizing existing solutions and identifying the most effective methods of preliminary image processing of drawings for their subsequent automatic analysis.

Keywords: Digital image processing, noise reduction, contrast enhancement, drawing defects.

Переход к цифровым технологиям в работе с техническими чертежами стимулирует создание новых бизнес-моделей и инновационных экосистем, способствующих повышению конкурентоспособности предприятий. Обработка изображений чертежей играет ключевую роль в процессе их цифровизации, особенно при подготовке к автоматическому распознаванию текста и других элементов. При создании цифровых копий чертежей возникает множество

проблем, связанных с качеством получаемых изображений. Часто возникают различные дефекты, такие как шумы, артефакты JPEG-сжатия и физические повреждения оригинала, которые негативно влияют на последующее распознавание текста.

Целью предварительной обработки является улучшение качества изображений для повышения точности оптического распознавания (OCR). В данной статье рассматриваются основные методы предварительной обработки изображений чертежей, включая шумоподавление, повышение резкости, улучшение контрастности, удаление артефактов.

Основные дефекты изображений чертежей.

Шум является одним из основных факторов, ухудшающих качество изображений, полученных при сканировании. Основные виды шума включают электронный, квантовый и тепловой [2]. Шум представляет собой случайные вариации яркости пикселей, не связанные с реальным содержимым чертежа. Математически шум часто моделируется как аддитивный гауссовский процесс:

$$I(x,y) = S(x,y) + n(x,y), \quad n(x,y) \sim N(0,\sigma^2) \tag{1}$$

где $S(x,y)$ – истинное значение интенсивности пикселя, $n(x,y)$ – шум, σ^2 – дисперсия шума.

Артефакты, связанные с низким качеством JPEG-сжатия, являются визуальными искажениями, появляющимися на изображении в результате использования высоких степеней сжатия [3]. JPEG - это формат сжатия с потерями, что означает, что при сжатии часть информации об изображении отбрасывается.

Физические дефекты, такие как пятна, загрязнения и потертости, моделируются как дополнительные аддитивные компоненты:

$$I(x,y) = S(x,y) + \Delta I(x,y) \tag{2}$$

где $\Delta I(x,y)$ характеризует локальное изменение интенсивности.

Методы предварительной обработки.

Линейные фильтры, такие как средний фильтр и фильтр Гаусса, применяются для глобального уменьшения уровня шума на изображениях. Средний фильтр работает путем замены значения каждого пикселя на среднее значение его соседей в заданном окне. Медианный фильтр — это тип нелинейного фильтра, который заменяет значение пикселя на медиану значений пикселей в его окне. Этот метод особенно эффективен при наличии импульсных шумов, таких как шум «соль и перец».

Вейвлет-преобразование является мощным инструментом для шумоподавления в задачах обработки изображений. Вейвлет Хаара является

простейшим из всех вейвлетов, что делает его удобным инструментом для дискретного преобразования и обработки изображений. Разложение сигнала происходит на различных уровнях, где на каждом уровне сигнал разделяется на низкочастотные коэффициенты (аппроксимация) и высокочастотные коэффициенты (детализация).

Для изображения вейвлет-преобразование можно записать как:

$$W(j,k) = \frac{1}{\sqrt{2^j}} \sum_{n=0}^{N-1} I(n) \psi\left(\frac{n-k2^j}{2^j}\right) \quad (3)$$

где j – уровень разложения, k – индекс вейвлета, а n – индекс пикселя, ψ – материнский вейвлет Хаара.

Донхо предложил формулу для расчета оптимального порога при мягкой пороговой обработке. Формула Донхо для универсального порога задается выражением:

$$T = \sigma\sqrt{2\log N} \quad (4)$$

где T – значение порога, σ – оценка стандартного отклонения шума, N – количество элементов в выборке (или размер изображения).

Существует два основных типа пороговой обработки: жесткая и мягкая. При жесткой пороговой обработке коэффициенты, значения которых меньше порога, заменяются нулями, а остальные остаются неизменными:

$$W'(j,k) = \begin{cases} W(j,k), & \text{если } |W(j,k)| \geq T \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (5)$$

При мягкой пороговой обработке коэффициенты, значения которых меньше порога, заменяются нулями, а остальные уменьшаются на величину порога:

$$W'(j,k) = \begin{cases} sgn(W(j,k))(|W(j,k)| - T), & \text{если } |W(j,k)| \geq T \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (6)$$

CLAHE является усовершенствованной версией адаптивного гистограммного выравнивания и эффективен для улучшения контрастности изображений с неравномерным освещением. В отличие от стандартного гистограммного выравнивания, которое применяется ко всему изображению, CLAHE работает на малых непересекающихся областях изображения (тайлах). Математически процесс ограничения и перераспределения гистограммы выглядит следующим образом:

1. Гистограмма каждого окна обрезается по порогу T_{clip} : $H_i' = \min(H_i, T_{clip})$, где H_i – исходное число пикселей с интенсивностью i.

2. Вычисление избытка пикселей: $E = \sum_{i=0}^{L-1} \max(0, H_i - T_{clip})$, где L – число уровней яркости.

3. Избыточные значения равномерно распределяются по области: $H_i'' = H_i' + \frac{E}{L}$.

Unsharp Masking (нерезкое маскирование) - это метод повышения резкости изображений, который основан на вычитании размытой версии изображения из оригинала. Этот метод позволяет улучшить видимость деталей и контуров. Математически этот процесс можно описать следующим образом:

$$s(x, y) = I(x, y) + k \times [I(x, y) - I_{blur}(x, y)]$$

где $I(x, y)$ – исходное изображение, $I_{blur}(x, y)$ – размытое изображение, полученное с помощью гауссова фильтра, k – коэффициент усиления резкости. Размытое изображение получается путем свертки исходного изображения с ядром фильтра Гаусса $G(u, \vartheta)$:

$$I_{blur}(x, y) = \sum_{u=-a}^{a} \sum_{\vartheta=-b}^{b} G(u, \vartheta) \times I(x - u, y - \vartheta) \quad (7)$$

Лапласова фильтрация является дифференциальным методом обработки изображений, который использует оператор Лапласа для выявления областей быстрого изменения интенсивности (контуров). Этот метод особенно полезен для выделения деталей и улучшения четкости изображений [4]. Для повышения резкости изображения с помощью оператора Лапласа используется следующая формула:

$$g(x, y) = I(x, y) - \lambda \times \nabla^2 I(x, y) \quad (8)$$

где I – исходное изображение, $\nabla^2 I$ – Лапласиан изображения (вторая производная, суммарно по x и y), λ – коэффициент, определяющий сумму усиления, $g(x, y)$ – результирующее изображение с улучшенной резкостью.

Для эффективной обработки изображений чертежей обычно применяется комбинация различных методов. Возможный порядок обработки может выглядеть следующим образом:

1. Шумоподавление с помощью вейвлет-преобразования Хаара и пороговой обработки по формуле Донхо.
2. Улучшение контрастности с использованием CLAHE.
3. Повышение резкости с помощью Unsharp Masking и выделение краев с помощью Лапласовой фильтрации.

Исследования показывают, что применение комплекса методов предварительной обработки может повысить точность распознавания текста на 15-25% по сравнению с распознаванием без предварительной обработки [1]. Был разработан модуль предварительной обработки изображений чертежей (рис. 1).

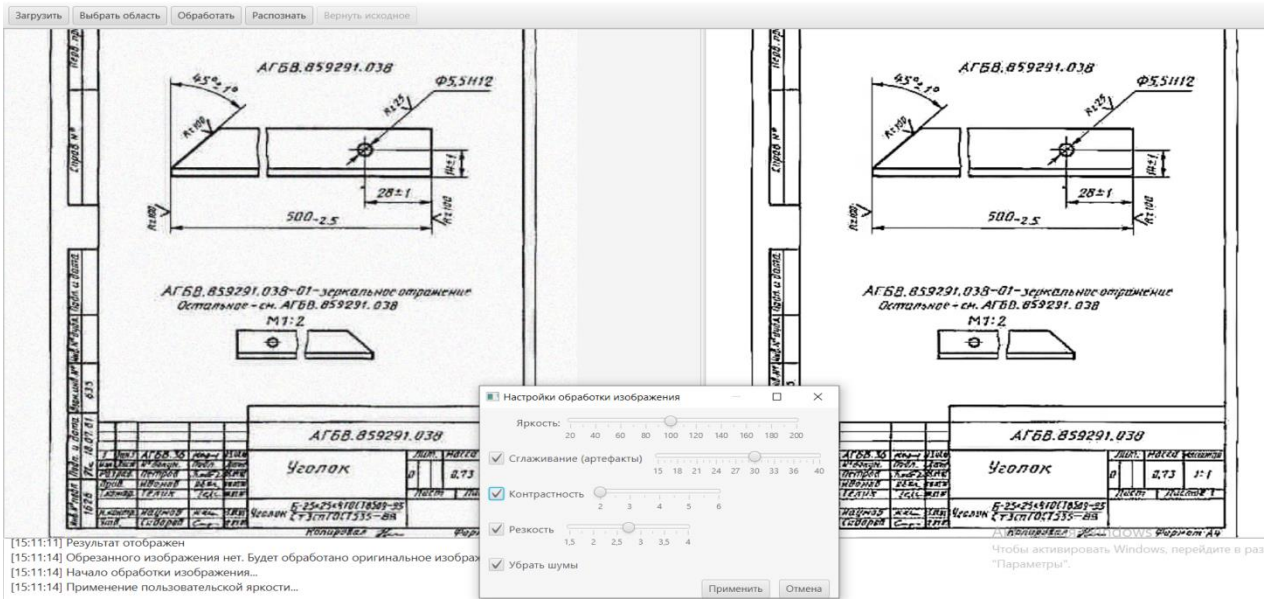


Рис. 1. Результат работы программы

Предварительная обработка изображений чертежей играет ключевую роль в повышении точности OCR. Вейвлет-преобразование Хаара в сочетании с пороговой обработкой по формуле Донхо обеспечивает эффективное шумоподавление, сохраняя важные детали изображения. CLAHE адаптивно улучшает контрастность изображения, особенно в областях с различным уровнем освещения. Unsharp Masking и Лапласова фильтрация эффективны для повышения четкости линий и текста. Применение этих методов в комплексе обеспечивает оптимальное качество предварительной обработки изображений чертежей и позволяет достичь высокой точности при последующем распознавании текста.

Источники

1. Sivkov S. et al. (2020). The algorithm development for operation of a computer vision system via the OpenCV library. Procedia Computer Science, 169, 662–667. doi:10.1016/j.procs.2020.02.193.

2. Wang, Yao. Image Filtering: Noise Removal, Sharpening, Deblurring / EE 3414 Multimedia Communication Systems, Polytechnic University, Brooklyn, NY11201, 2001.

3. Захаров Д. Д., Сизиков В. С., Шемплинер В. В., Щекотин Д. С. Новые способы устранения артефактов на томографических и иных изображениях // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2006. №32.

4. Старовойтов В. В., Голуб Ю. И. Цифровые изображения: от получения до обработки. –Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2014. – 202 с.

УДК 621-313.3

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННО СГЕНЕРИРОВАННОГО КОНТЕНТА НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Соловьева Яна Владимировна, Иванов Артём Денисович
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева, г. Самара, Россия
artiom.ivanov.13112001@yandex.ru

Аннотация. В статье представлено исследование применения предобученной языковой модели ruBERT для автоматического распознавания текстов, сгенерированных искусственным интеллектом. Рассматриваются методы предобработки данных, стратегии дообучения модели и оценки результатов. Эксперименты проводились на специально собранном сбалансированном корпусе данных из более чем 12000 текстовых фрагментов на русском языке.

Ключевые слова: ruBERT, распознавание сгенерированного текста, LLM

DETECTING ARTIFICIALLY GENERATED CONTENT IN RUSSIAN WITH DEEP LEARNING

Solovyova Yana Vladimirovna, Ivanov Artem Denisovich
Samara University, Samara, Russian
artiom.ivanov.13112001@yandex.ru

Abstract. The article presents a study of the application of the pre-trained ruBERT language model for automatic recognition of texts generated by artificial intelligence. Methods of data preprocessing, strategies for model retraining and evaluation of results are considered. The experiments were conducted on a specially collected balanced data corpus of more than 12,000 text fragments in Russian.

Keywords: ruBERT, generated text recognition, LLM

В современном мире, где информация является ключевым ресурсом, вопросы авторских прав и интеллектуальной собственности становятся все более актуальными. Достижения в области обработки естественного языка и, в частности, развитие мощных генеративных моделей, таких как GPT, LlaMA, Claude и других, создали беспрецедентную ситуацию, когда искусственный интеллект способен генерировать тексты, практически неотличимые от написанных человеком [1]. Это порождает ряд серьезных проблем, связанных с распространением дезинформации, созданием поддельных новостей,

академическим плагиатом и другими формами злоупотребления генеративными технологиями.

В связи с этим разработка надежных методов автоматического распознавания сгенерированных текстов становится критически важной задачей информационной безопасности. Среди различных подходов к решению данной проблемы особый интерес представляет применение уже предобученных языковых моделей, в частности архитектуры BERT, зарекомендовавшей себя в широком спектре задач обработки текста [2].

Целью настоящего исследования является разработка и оценка эффективности методики использования нейронной сети ruBERT для обнаружения текстов, созданных искусственным интеллектом.

В качестве входных данных был сформирован корпус данных, который включает разнообразные общедоступные датасеты [3], полученные из открытых источников, а также специально собранные собственные текстовые коллекции. Данные представляют собой две основные категории текстов:

1. Тексты, написанные людьми – в эту категорию входит разнообразное содержимое естественного происхождения, включающее научные публикации из рецензируемых журналов, информационные сообщения из новостей, энциклопедические статьи из Википедии [4], фрагменты диалогов из различных чатов, а также образцы художественной литературы.

2. Искусственно сгенерированные тексты – данная категория охватывает материалы, созданные с применением современных генеративных моделей искусственного интеллекта, преимущественно с использованием моделей семейства GPT (включая GPT-3.5 и более совершенную GPT-4).

Общий объем собранного корпуса составил более 12000 текстовых фрагментов на русском языке, сбалансированных по тематике, стилю и объему. Распределение классов в датасете показана на рис. 1.

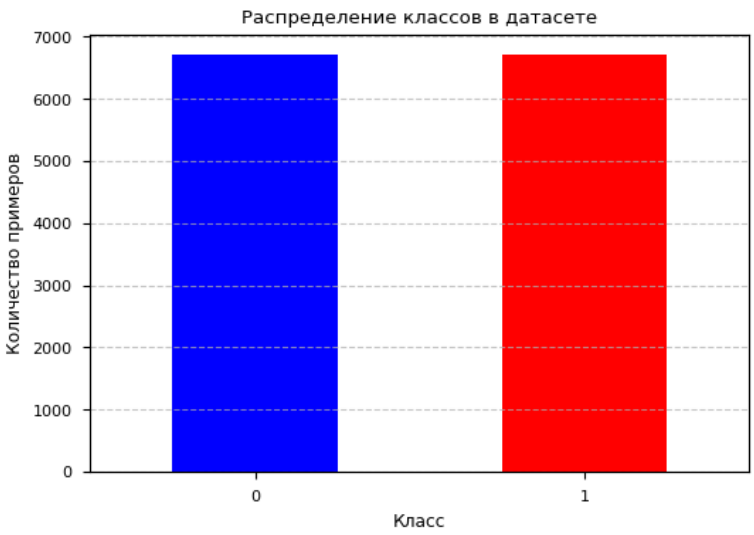


Рис. 1. Распределение классов в датасете

Корпус был разделен на обучающую (80%), тестовую (10%) и валидационную (10%) выборки.

Для решения данной задачи было принято решение взять уже обученную модель и дообучить на собранном датасете. RuBERT – это предобученная языковая модель, адаптированная для русского языка на основе архитектуры BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers). Разработанная совместно специалистами из Сбербанка и DeepPavlov, ruBERT предназначена для решения широкого спектра задач обработки естественного языка (NLP) на русском языке, поэтому она наилучшим образом подходит для данной задачи классификации текста [5].

В работе использовался компьютер, оснащенный RTX 3060, которая имеет архитектуру Ampere с 8704 ядрами CUDA и 12 ГБ памяти GDDR6. В программной реализации используются PyTorch и библиотека Hugging Face Transformers. Для обучения использовалась библиотека bitsandbytes вместе с тренажером Hugging Face Transformers. Модель была обучена с использованием оптимизатора AdamW со скоростью обучения 5×10^{-6} и коэффициентом регуляризации 1×10^{-4}. Обучение проводилось в течение 3 эпох с размером пакета 32 и накоплением градиентов по 2 шага. Процесс обучения контролировался путем вычисления метрики accuracy на валидационном наборе после каждой эпохи, и сохранялась версия модели с наилучшим значением этой метрики.

Для обеспечения воспроизводимости результатов были зафиксированы все ключевые параметры обучения и метрик. Процесс обучения модели приведен в табл. 1.

Таблица 1. Процесс обучения модели

Epoch	Training Loss	Validation Loss	Accuracy	Precision	Recall	F1
1	0.261000	0.177283	0.932140	0.902338	0.970414	0.935139
2	0.194900	0.153515	0.938852	0.924286	0.957101	0.940407
3	0.180300	0.146406	0.939597	0.918425	0.965976	0.941601

Наблюдается последовательное снижение тренировочной потери к третьей эпохе, что свидетельствует о хорошей сходимости алгоритма в процессе обучения.

Несмотря на небольшие расхождение между тренировочной и валидационной потерями, метрики качества демонстрируют в целом положительную динамику. Значения точности (accuracy) сохраняются на высоком уровне, показатель precision демонстрирует некоторый рост, полнота (recall) после изначального роста немного снижается, а F1-мера остаётся на стабильно высоком уровне с незначительными колебаниями.

Общая картина указывает на то, что модель успешно обучается распознавать целевые классы, однако увеличивающийся разрыв между

тренировочной и валидационной потерями свидетельствует о необходимости внедрения дополнительных методов регуляризации при дальнейшем обучении, чтобы предотвратить полное переобучение модели.

Были зафиксированы изменения точности и ее потери в процессе обучения. Результаты показаны на рисунке 2.

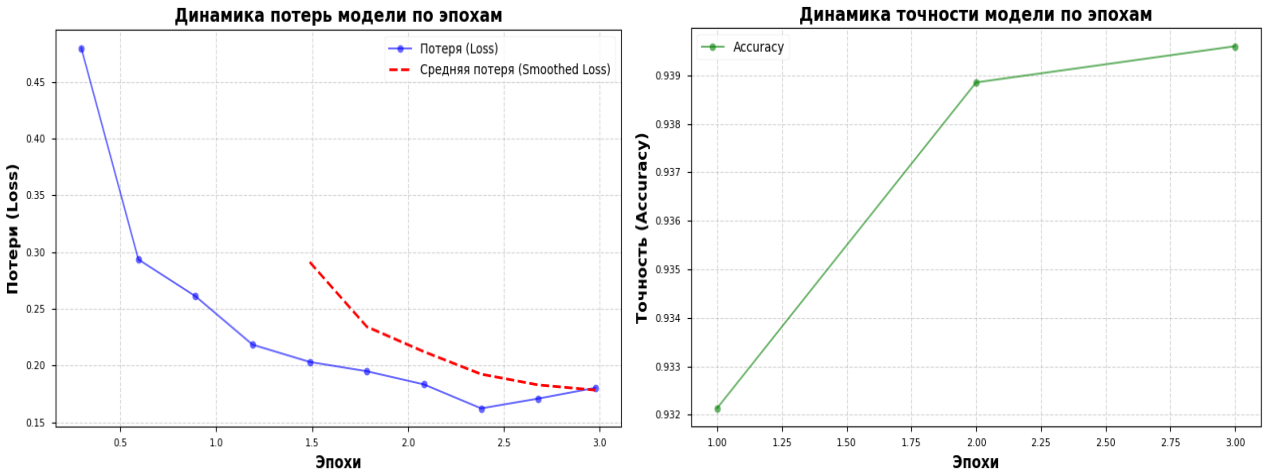


Рис. 2. Графики зависимости потерь (Loss) и точности (Accuracy) от количества эпох обучения на валидационной выборке

Результаты бинарной классификации представлены в матрице рассогласования (рис. 3), отражающей эффективность модели. Из 1089 объектов, включенных в анализ, 355 экземпляров класса 0 (сгенерированный текст) и 653 экземпляра класса 1 (текст, написанный человеком) были классифицированы корректно.

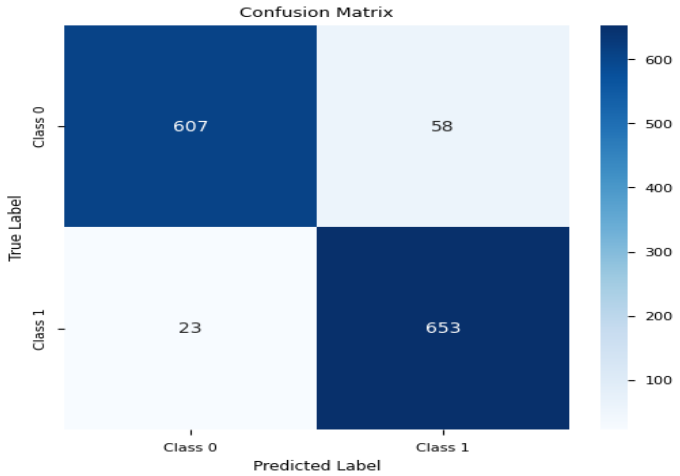


Рис. 3. Матрица рассогласования

Анализ результатов показал, что модель демонстрирует достаточно высокую точность в распознавании как человеческих, так и сгенерированных текстов. Особенно эффективно детектируются тексты, созданные с низкими

значениями параметра температуры, что соответствует более предсказуемому и шаблонному характеру генерации.

Наибольшие трудности модель испытывает при классификации коротких текстов (менее 100 слов), где контекстуальных признаков недостаточно для надежного определения.

Тексты, сгенерированные при помощи более современных моделей (GPT-4o), чаще ошибочно классифицируются как написанные человеком.

Технические и научные тексты со специфической терминологией имеют более высокий процент ложноположительных срабатываний.

В рамках данного исследования была разработана и протестирована методика применения нейронной сети ruBERT для автоматического распознавания текстов, сгенерированных искусственным интеллектом.

Тем не менее, существует ряд направлений для дальнейшего совершенствования системы. Необходимо расширить обучающую выборку более разнообразными примерами для повышения общей эффективности. Также рекомендуется включить в анализ семантические векторные представления и использовать более глубокие языковые модели

Источники

1. Редакция национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» [Электронный ресурс] – https://cmd.hse.ru/media/news/816656153.html (дата обращения: 30.03.2025)

2. Fake News Detection: Comparative Evaluation of BERT-like Models and Large Language Models with Generative AI-Annotated Data [Электронный ресурс] – https://arxiv.org/abs/2412.14276 (дата обращения: 30.03.2025)

3. Tagengo – the world's largest high quality multilingual chat dataset [Электронный ресурс] – https://huggingface.co/datasets/lightblue/tagengo-gpt4 (дата обращения: 30.03.2025)

4. Den4ikAI/russian_cleared_wikipedia Datasets at Hugging Face [Электронный ресурс] – https://huggingface.co/datasets/Den4ikAI/russian_cleared_wikipedia (дата обращения: 30.03.2025)

5. A Family of Pretrained Transformer Language Models for Russian [Электронный ресурс] - https://arxiv.org/abs/2309.1093 (дата обращения: 30.03.2025)

УДК 004.891

НЕЙРОНЕЧЕТКИЕ ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ: ОСОБЕННОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Соро Кунджженеча Джата, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
kounsoro@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен класс интеллектуальных систем – нейронечетких экспертных систем применительно к задачам медицинской диагностики. В медицине накапливаются большие объемы данных. Такой объем данных делает процесс принятия решений очень сложным. Для качественной диагностики требуется большое количество правил. Для формирования базы правил целесообразно использовать нечеткие нейронные сети, как эффективный инструмент анализа данных. Представлена архитектура нейронечеткой диагностической медицинской экспертной системы, включающей базу знаний, алгоритм нейронечеткого вывода и механизм поддержки принятия решений. Сформулированы особенности и возможности использования нейронечетких систем в медицине.

Ключевые слова: экспертная система, нечеткая логика, нейронная сеть, нейронечеткая модель, база знаний, медицинская диагностика.

NEURO-FUZZY EXPERT SYSTEMS: FEATURES AND POSSIBILITIES OF PRACTICAL USE IN MEDICAL DIAGNOSTICS

Soro Kunjenecha Djata, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
kounsoro@mail.ru, Kat_726@mail.ru

Abstract. The article considers a class of intelligent systems – neuro-fuzzy expert systems as applied to medical diagnostics. Large amounts of data are accumulated in medicine. Such a volume of data makes the decision-making process very complex. High-quality diagnostics require a large number of rules. To form a rule base, it is advisable to use fuzzy neural networks as an effective tool for data analysis. The article presents the architecture of a neuro-fuzzy diagnostic medical expert system, including a knowledge base, a neuro-fuzzy inference algorithm, and a decision support mechanism. The features and possibilities of using neuro-fuzzy systems in medicine are formulated.

Keywords: expert system, fuzzy logic, neural network, neuro-fuzzy model, knowledge base, medical diagnostics.

В настоящее время исследователи всего мира находятся в поиске эффективных способов представления медицинских знаний, а также технологий и инструментов для поддержки принятия решений и управления знаниями. Один из ключевых аспектов заключается в том, как сопоставить медицинские знания, которые иногда включают в себя нечетко разграниченные характеристики, с форматами, доступными для машинной интерпретации. Для этого часто используют нечеткие базы знаний [1-4], на основе которых можно создавать модели медицинских знаний для диагностики заболеваний.

Интеллектуальные системы, основанные на нечетких правилах, широко применяются для решения задач управления, прогнозирования, диагностики [5-7]. Правила, основанные на нечеткой логике, являются эффективным средством описания неопределенных и плохо определенных данных, характеризующихся расплывчатыми и неточными формулировками. Основные достоинства нечетких правил заключаются в тесной взаимосвязи с человеческим мышлением и возможности гибкого представления знаний [8, 9].

Генерация нечетких «если-то» правил на основе анализа данных приобретает большое значение, когда отсутствует явный экспертный опыт или невозможно явное извлечение знаний из эксперта. Цель генерации состоит в том, чтобы извлечь полезные знания, скрытые в анализируемых данных. Обнаружение знаний на основе данных применяется во многих предметных областях, в том числе в здравоохранении для диагностики заболеваний [10].

В медицине накапливаются большие объемы данных с десятками и сотнями параметров. Такой объем данных делает процесс принятия решений очень сложным. Для качественной диагностики требуется большое количество правил. Большая база знаний сложна в интерпретации, а также требует большой вычислительной нагрузки. Следовательно, анализ данных должен приводить к получению компактных и понятных наборов нечетких правил [11]. Этого можно добиться при использовании нечетких нейронных сетей [12], как инструмента формирования баз знаний [13], с предварительным выбором набора информативных входных признаков для анализа. При таком подходе выбор признаков рассматривается как первый шаг для отсеивания нерелевантных и ненужных признаков, а нейронечеткое моделирование – как второй шаг для построения систем, основанных на нечетких правилах, использующих значения выбранных признаков в качестве входных данных.

Выбор признаков и принятие решения о вводимых в систему данных можно рассматривать как задачу поиска правильной гипотезы о ключевых признаках, которая должна быть принята. Поскольку каждый атрибут будет либо принят, либо отклонен, общее количество гипотез для признаков равно $2K$. Очевидно, что при большом значении K число гипотез станет слишком большим, чтобы можно было всесторонне проверить каждую из них.

На рисунке 1 представлена общая архитектура нейронечеткой диагностической медицинской экспертной системы.

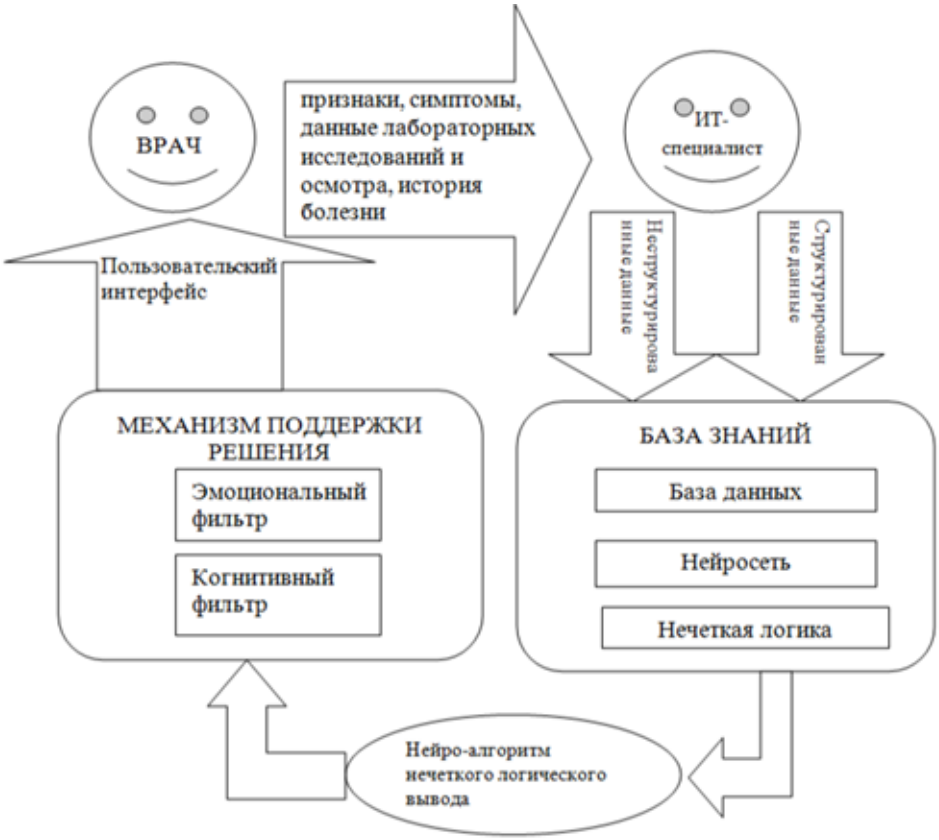


Рис. 1. Архитектура нейронечеткой диагностической экспертной системы

Такая экспертная система состоит из следующих компонентов [14]: базы знаний (включающей модель базы данных, нейросетевую модель и нечеткую логику), алгоритма нейронечеткого вывода и механизма поддержки принятия решений. Механизм поддержки принятия решений состоит из когнитивного и эмоционального фильтров. Когнитивный фильтр помогает врачу при постановке диагноза и выборе терапии на основе неклинической информации, предоставляемой консультантом пациента, в то время как эмоциональный фильтр имеет дело с информационным контекстом консультации. Эти фильтры приводят к определенным решениям.

Такие системы как правило создаются совместно с ИТ-специалистами и практикующими врачами-экспертами. Современными инструментами анализа данных являются нечеткая логика [15, 16] и нейронные сети [17, 18]. Нейронечеткая экспертная система сочетает в себе достоинства как нейросети, так и нечеткой логики. Преимущества явных знаний, заложенных в нечетких системах, и неявных знаний, найденных в нейронных сетях, объединяются. Способность нейронной сети к обучению может быть использована для обеспечения лучшего метода корректировки медицинских знаний и автоматической генерации нечетких правил и функций принадлежности.

Таким образом, в качестве особенностей нейронечетких экспертных систем можно выделить следующее. В таких системах могут быть обработаны все виды информации: числовая, лингвистическая и логическая. Нейронечеткие системы могут обрабатывать неточную, частичную, расплывчатую, неполную, двусмысленную и неполноценную информацию. Системы способны к самообучению, самоорганизации и саморазвитию, она имитирует процесс принятия решений человеком и обеспечивает схему параллельной обработки информации и операций с нечеткими числами. В таких системах могут быть включены как явные знания, полученные от экспертов, так и неявные знания, полученные в ходе обучения. Это повышает точность выводимой информации. Нейронечеткие экспертные системы для диагностики и лечения заболеваний могут помочь врачу в консультировании пациента и формулировании гипотез. Практикующий врач по-прежнему должен обследовать своего пациента, как он это делает в «обычной» практике. Нейронечеткие экспертные системы повышают эффективность работы практикующего врача для быстрой, точной, гибкой и надежной диагностики – функций, которых не хватает в традиционной практике. Преимущество таких систем также заключается в их способности определять степень тяжести для каждого диагностированного случая. Это может помочь врачу принять соответствующее решение о терапии и избежать чрезмерного или недостаточного лечения.

Источники

1. Зак Ю.А. Иерархические fuzzy-логические экспертные системы медицинской диагностики // Информационные технологии. 2022. Т. 28. № 4. С. 202-211.
2. Грибова В.В., Петряева М.В., Окунь Д.Б., Шалфеева Е.А. Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений // Онтология проектирования. 2018. Т. 8. № 1 (27). С. 58-73.
3. Подольская М.А., Катасёв А.С. Применение систем искусственного интеллекта для диагностического процесса в вертеброневрологии // Казанский медицинский журнал. 2007. Т. 88. № 4. С. 346-351.
4. Катасёв А.С., Подольская М.А. Новая информационная технология: искусственный интеллект в обработке медицинских данных // Неврологический вестник. 2006. Т. 38. № 3-4. С. 85-90.
5. Смирнов Ю.Н., Каляшина А.В., Зиганшин Э.Ш. Интеграция автоматизированных систем управления как один из факторов повышения эффективности работы машиностроительного предприятия // Вестник МГТУ «Станкин». 2021. № 1 (56). С. 19-24.

6. Набиуллин А.С., Зарипова Р.С. Роль искусственного интеллекта в сфере управления программными проектами // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 2 (20). С. 119-121.

7. Пырнова О.А. Метод интеллектуального анализа данных для диагностики хронических заболеваний почек // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 254-256.

8. Катасёв А.С., Валиева Д.З., Катасёва Д.В. Нейронечеткая модель диагностики сахарного диабета // Инженерный вестник Дона. 2024. № 10 (118). С. 606-613.

9. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нечёткая экспертная система диагностики маслонаполненных силовых трансформаторов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 148-154.

10. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Валиева Д.З., Дектярев Г.Л. Построение и исследование нейронечеткой модели диагностики сахарного диабета // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 11. С. 188-193.

11. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Васильев В.Л. Нейронечеткий классификатор оценки уровня знаний обучающихся // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 9. С. 115-119.

12. Катасёв А.С. Нейронечеткая модель формирования правил классификации, как эффективный аппроксиматор объектов с дискретным выходом // Кибернетика и программирование. 2018. № 6. С. 110-122.

13. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.

14. Борисов С.Н., Дьяченко Р.А., Хорольский Е.М., Чернуха Ю.В. Разработка архитектуры модульной экспертной системы // Перспективы науки. 2021. № 1 (136). С. 8-11.

15. Катасёва Д.В., Баринов А.И. Нейронечеткая модель определения фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 69-72.

16. Катасёва Д.В., Лосева Д.Д. Нейронечеткая модель оценки вредоносности сетевого трафика в Android-приложениях // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 77-80.

17. Воробьёва Ю.Н., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нейросетевая модель выявления DDoS-атак // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 94-98.

18. Нургалиев Б.Х., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания изображений типа Captcha // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 104-107.

УДК 004.93

ФОРМИРОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ УТОМЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Соро Кунджженеча Джата, Катасёв Алексей Сергеевич, Закиев Ринат Фоатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
kounsoro@mail.ru, Kat_726@mail.ru, zrf2010@gmail.com

Аннотация. Рассмотрена задача формирования нечетких моделей определения функционального состояния утомления человека. Для решения этой задачи обоснована целесообразность применения нечетких моделей. Для их формирования использован набор данных, полученный методом пупиллометрии у людей, находящихся в двух функциональных состояниях: нормальное состояние и состояние утомления. В качестве исходных данных для моделирования выбраны 296 пупиллограмм, представленных в файлах со временными рядами данных. В качестве программной среды для анализа данных и моделирования выбрана нейронечеткая система. Представлены результаты точности классификации данных на основе полученных нечетких моделей. Точность классификации лучшей модели составила 96,63% на обучающей выборке данных и 94,35% – на тестовой выборке.

Ключевые слова: состояние утомления человека, нечеткая модель, нечеткое моделирование, пупиллограмма, пупиллометрия.

FORMATION OF A FUZZY MODELS FOR DETERMINING THE FUNCTIONAL STATE OF HUMAN FATIGUE

Soro Kunjenecha Djata, Katasev Alexey Sergeevich, Zakiev Rinat Foatovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
kounsoro@mail.ru, Kat_726@mail.ru, zrf2010@gmail.com

Abstract. The problem of forming fuzzy models for determining the functional state of human fatigue is considered. To solve this problem, the expediency of using fuzzy models is substantiated. For their formation, a data set obtained by the pupillometry method in people in two functional states was used: a normal state and a state of fatigue. 296 pupillograms presented in files with time series of data were selected as the initial data for modeling. A neuro-fuzzy system was selected as a software environment for data analysis and modeling. The results of the accuracy of data classification based on the obtained fuzzy models are presented. The classification accuracy of the best model was 96.63% on the training data set and 94.35% on the test set.

Keywords: human fatigue state, fuzzy model, fuzzy modeling, pupillogram, pupillometry.

Современный мир характеризуется быстрыми темпами развития, интенсивными информационными нагрузками и частым состоянием стресса, что приводит к быстрому утомлению человека. Утомление представляет собой состояние, включающее в себя физические, когнитивные и эмоциональные компоненты, которые существенно влияют на работоспособность, производительность и безопасность жизнедеятельности человека. Своевременное определение и оценка функционального состояния утомления имеют важное значение для предотвращения негативных последствий и поддержания оптимального уровня работоспособности человека [1].

Классические подходы к оценке состояния утомления зачастую основаны на использовании субъективных методов, таких как опросы и отчеты, которые могут быть подвержены влиянию разных индивидуальных особенностей и ситуативных факторов [2, 3]. В связи с этим, возникает необходимость в разработке более объективных и точных методов, способных учитывать различные аспекты состояния утомления человека. Применение нечетких моделей [4, 5] и технологий искусственного интеллекта [6-9] в этой области может способствовать более эффективному и комплексному определению функционального состояния утомления [10-13]. Таким образом, повышение эффективности оценки функционального состояния утомления человека путем построения нечетких моделей [14, 15] является актуальной задачей, имеющей важное значение в различных сферах жизнедеятельности.

Преимущества нечетких моделей [16-18] заключаются в их гибкости, способности учитывать индивидуальные особенности и адаптироваться к различным ситуациям. Они могут комбинировать данные из разных источников, таких как физиологические сигналы, визуальная информация и субъективные оценки. Также нечеткие модели обеспечивают простую интерпретацию результатов и легко интегрируются с другими системами.

Для построения нечетких моделей определения функционального состояния утомления человека использован набор данных, полученный методом пупиллометрии у людей, находящихся в двух функциональных состояниях: нормальное состояние и состояние утомления. Пупиллометрия [19] – это метод анализа зрачковой реакции на световой импульс, представляемый в виде пупиллограммы [20-22] – временного ряда, отражающего размер зрачка в каждый момент времени в период видеорегистрации.

Для формирования нечетких моделей оценки функционального состояния утомления человека в качестве исходных данных были выбраны 296 пупиллограмм, представленных в файлах со временными рядами данных. Для удобства работы значения всех данных были загружены в одну Excel-таблицу.

На рисунке 1 представлен фрагмент таблицы данных для анализа.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	№	D0	Dmin	Dps	Dk	As	Vs	Vr	tl	ts	tr	tps	tpr	Class
2	1	0,38750	0,20143	0,29446	0,38607	0,18607	0,12572	0,12476	0,52000	1,48000	1,48000	1,24000	0,40000	0
3	2	0,49286	0,28857	0,39071	0,53536	0,20429	0,14187	0,16236	1,16000	1,44000	1,52000	1,24000	0,36000	0
4	3	0,43214	0,24857	0,34036	0,38464	0,18357	0,13112	0,08723	0,72000	1,40000	1,56000	1,04000	0,52000	0
5	4	0,35679	0,18714	0,27196	0,33071	0,16964	0,15147	0,07803	0,04000	1,12000	1,84000	0,76000	0,84000	0
6	5	0,40000	0,23143	0,31571	0,38857	0,16857	0,15051	0,08540	0,04000	1,12000	1,84000	0,76000	0,68000	0
7	6	0,28847	0,14857	0,21852	0,28143	0,13990	0,12954	0,07067	0,04000	1,08000	1,88000	0,68000	0,60000	0
8	7	0,25833	0,17333	0,21583	0,33000	0,08500	0,07870	0,08333	0,44000	1,08000	2,48000	0,64000	0,48000	0
9	8	0,23000	0,14333	0,18667	0,22333	0,08667	0,08667	0,04082	0,04000	1,00000	2,56000	0,68000	0,56000	0
10	9	0,20667	0,12000	0,16333	0,18000	0,08667	0,09420	0,02273	0,04000	0,92000	2,64000	0,64000	0,64000	0
11	10	0,23167	0,13000	0,18083	0,21167	0,10167	0,10590	0,03141	0,20000	0,96000	2,60000	0,64000	0,56000	0
12	11	0,22167	0,13000	0,17583	0,23500	0,09167	0,10913	0,03860	0,40000	0,84000	2,72000	0,68000	0,84000	0
13	12	0,40833	0,19000	0,29917	0,35667	0,21833	0,19494	0,06831	0,04000	1,12000	2,44000	0,64000	0,92000	0
14	13	0,50833	0,20000	0,35417	0,40500	0,30833	0,28549	0,08266	0,04000	1,08000	2,48000	0,56000	1,28000	0
15	14	0,27167	0,12333	0,19750	0,22000	0,14833	0,13244	0,03962	0,04000	1,12000	2,44000	0,64000	0,80000	0
16	15	0,28833	0,16000	0,22417	0,27167	0,12833	0,13368	0,04295	0,52000	0,96000	2,60000	0,60000	0,64000	0
17	16	0,46500	0,19000	0,32750	0,36833	0,27500	0,24554	0,07309	0,36000	1,12000	2,44000	0,68000	1,80000	0
18	17	0,49333	0,18000	0,33667	0,37167	0,31333	0,27011	0,07986	0,04000	1,16000	2,40000	0,60000	1,72000	0
19	18	0,22167	0,09667	0,15917	0,20833	0,12500	0,13021	0,04295	0,08000	0,96000	2,60000	0,60000	0,76000	0
20	19	0,37333	0,18333	0,27833	0,34667	0,19000	0,19000	0,06380	0,32000	1,00000	2,56000	0,48000	0,80000	0
21	20	0,34667	0,16000	0,25333	0,36833	0,18667	0,22222	0,07659	0,08000	0,84000	2,72000	0,48000	0,92000	0

Рис. 1. Фрагмент итоговой таблицы данных в Excel

В качестве программной среды для анализа данных и формирования нечетких моделей определения функционального состояния утомления человека выбрана нейронечеткая система [23, 24]. В таблице 1 представлены результаты точности полученных нечетких моделей.

Табл. 1. Точности сформированных нечетких моделей

№ п/п	Точность классификации на обучающей выборке, %	Точность классификации на тестовой выборке, %
1	89,39	80,91
2	90,41	86,92
3	92,43	85,68
4	96,63	94,35
5	90,74	87,36

Наибольшую точность классификации показала четвертая нечеткая модель. Точность ее классификации на обучающей выборке данных составила 96,63%, а на тестовой – 94,35%. Минимальную точность классификации показала первая модель с результатами точности классификации данных из обучающей выборки 89,39%, а из тестовой – 80,91%.

В целом проведенное исследование показало возможность построения адекватных нечетких моделей для определения функционального состояния утомления человека, что указывает на потенциальную эффективность их практического использования в различных предметных областях.

Источники

1. Бабажанова А.Е. Изучение взаимосвязи функционального состояния человека с психофизиологией // Globus. 2022. Т. 8. № 1 (66). С. 3-6.

2. Филиппов Ю.А., Корпан Н.Н., Тютюнник В.М. Радиоэстезический метод определения физиологического и функционального состояния человека // Информационные процессы, системы и технологии. 2021. № 1 (19). С. 42-47.

3. Бакуткин В.В. Специализированная методика исследования зрачковых реакций в гигиенической практике // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. 2016. № 9 (282). С. 48-49.

4. Абдулхаков А.Р., Катасёв А.С. Кластерно-генетический метод редукции баз знаний интеллектуальных систем // Фундаментальные исследования. 2015. № 5-3. С. 471-475.

5. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нечёткая экспертная система диагностики маслонаполненных силовых трансформаторов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 148-154.

6. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Искусственный интеллект в камерах смартфонов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 1 (15). С. 82-84.

7. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Перспективы развития искусственного интеллекта и кибернетики // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 3-4 (17-18). С. 78-81.

8. Сибгатуллин А.А., Катасёв А.С. Интеллектуальные модели оценки функционального состояния водителей в системах транспортной безопасности // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 139-143.

9. Лапушинский К.Р. Использование глубоких нейронных сетей для распознавания состояния утомления человека на основе речевых данных // Научный аспект. 2023. Т. 10. № 7. С. 1222-1230.

10. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.

11. Петросянц Д.Г., Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Технология сбора исходных данных для построения моделей оценки функционального состояния человека по зрачковой реакции на изменение освещенности в решении отдельных задач обеспечения транспортной безопасности // Компьютерные исследования и моделирование. 2021. Т. 13. № 2. С. 417-427.

12. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Подольская М.А. Модель коллектива нейронных сетей и программный комплекс для определения функционального состояния человека // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2018. № 1 (41). С. 69-85.

13. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс определения функционального состояния человека // Автоматизация процессов управления. 2017. № 3 (49). С. 88-95.

14. Катасёв А.С. Нейронечеткая модель формирования правил классификации, как эффективный аппроксиматор объектов с дискретным выходом // Кибернетика и программирование. 2018. № 6. С. 110-122.

15. Емалетдинова Л.Ю., Катасёв А.С., Назаров М.А. Нейронечеткая модель построения контуров на изображении // Инженерный вестник Дона. 2023. № 7 (103). С. 71-80.

16. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нечёткая экспертная система диагностики маслонаполненных силовых трансформаторов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 148-154.

17. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.

18. Катасёва Д.В., Баринов А.И. Нейронечеткая модель определения фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 69-72.

19. Лебедев А.А., Жилина М.И., Петрова Е.С., Лубяко А.А. Современные вопросы оценки и анализа психофизиологического состояния человека методами пупиллометрии и биофизики (обзор литературы и собственные данные) // Биомедицинская радиоэлектроника. 2022. Т. 25. № 1. С. 12-19.

20. Исаева О.Л., Бороненко М.П. Моделирование участка пупиллограммы, идентифицируемого как «уровень узнавания» // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 3. С. 54-58.

21. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Математическое и программное обеспечение для определения функционального состояния опьянения человека на основе нейросетевого подхода // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 124-132.

22. Исаева О.Л., Бороненко М.П., Киселева Е.С., Зеленский В.И. Получение модели эмоционального отклика в пупиллограммах // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 6-2. С. 248-253.

23. Катасёв А.С. Нейронечеткая модель и программный комплекс автоматизации формирования нечетких правил для оценки состояния объектов // Автоматизация процессов управления. 2019. № 1 (55). С. 21-29

24. Катасёв А.С., Дагаева М.В., Хасбиуллин М.Ф. Нейронечеткая система формирования нечетких моделей оценки дискретного состояния объектов // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 60-63.

УДК 004.056

ИКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Сударев Даниил Владимирович, Галимова Руфина Камилевна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
kai@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые возможности применения искусственного интеллекта (ИИ) в различных сферах деятельности человека, перспективы развития, риски, связанные с уровнем проникновения ИИ в повседневную жизнь. Проанализированы социальные последствия и этические вопросы, связанные с применением ИИ.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, big data, этика ИИ, автоматизация.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE MODERN WORLD

Sudarev Daniil Vladimirovich, Galimova Rufina Kamilevna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
kai@mail.ru

Abstract. The article discusses some of the possibilities of using artificial intelligence (AI) in various fields of human activity, development prospects, and risks associated with the level of AI penetration into everyday life. The social consequences and ethical issues related to the use of AI are analyzed.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, neural networks, natural language processing, computer vision, AI ethics, gradient descent, scientific research.

Искусственный интеллект (ИИ) – одна из самых динамично развивающихся отраслей знания. В настоящее время трудно представить области деятельности человечества, где бы не прослеживался след ИИ. Развитие алгоритмов машинного обучения и увеличение вычислительных мощностей привело к тому, что ИИ способен решать сложные задачи, которые раньше были под силу только человеку [1, 2]. К основным разделам ИИ относятся:

1) Машинное обучение (Machine Learning, ML) – это методы ИИ, дающие возможность компьютерам обучаться за счет решения большого количества задач без явного вмешательства человека. К основным методам ML можно отнести: обучение с учителем (Supervised Learning), обучение без учителя (Unsupervised Learning), обучение с подкреплением (Reinforcement Learning).

– Обучение с учителем – решаются задачи классификации и регрессии, т. е. ИИ получает на входе большие объемы информации и распределяет ее по категориям.

– Обучение без учителя – осуществляется кластеризация и анализ ассоциаций для нахождения общих признаков и связей среди неразмеченных данных.

– Обучение с подкреплением – натренированная нейронная сеть формирует оптимальную стратегию для получения необходимого результата.

2) Нейронные сети (Neural network) и глубокое обучение (Deep Learning).

Глубокое обучение (Deep Learning) – это подвид или часть семейства методов машинного обучения с использованием искусственных нейронных сетей. Искусственная нейронная сеть является математической моделью [3-5], работающей аналогично принципам деятельности нейронной сети живого организма. Для обучения модели необходима информация, базирующаяся на большом количестве данных, появляется вероятность их утечки в ходе обучения. Поэтому для оценки модели в процессе обучения возникает необходимость использования независимых тестовых выборок (валидационных наборов данных).

Примеры областей применения ИИ в современном мире [6-8]:

– Медицина: диагностика заболеваний по снимкам (рентген, МРТ); разработка персонализированных методов лечения; мониторинг пациентов с помощью носимых устройств.

– Финансы и бизнес: прогнозирование курсов акций; обнаружение мошеннических операций; чат-боты и автоматизированные консультанты.

– Автоматизация производства: роботы на заводах; оптимизация логистики; предсказательное обслуживание оборудования.

Несмотря на все достоинства развития ИИ [9, 10], возникают риски нарушений этических норм в социальной сфере. К этическим и социальным последствиям использования ИИ можно отнести: потерю рабочих мест из-за автоматизации производства; предвзятость алгоритмов (Bias); необходимость контроля над ИИ.

В качестве негативного примера последствий использования ИИ можно рассмотреть Bias (систематические искажения результата в одну сторону для группы значений), которые приводят к смещению данных (гендерное смещение, региональное смещение, и связанная с этим дискриминация). Исследование MIT (Massachusetts Institute of Technologi) [11, 12] выявило 34 % ошибок в распознавании лиц темнокожих женщин в сравнении с процентом ошибок для светлокожих мужчин (0,8 %).

ИИ не является осознанным существом. Возникают вопросы об ответственности за ошибки его деятельности. Риски вероятной бесконтрольности ИИ вызывают мысли о необходимости регулировании последствий негативных сценариев на законодательном уровне.

Искусственный интеллект преображает мир, открывает новые возможности и ставит перед обществом глобальные проблемы [13]. Дальнейшее совершенствование ИИ будет определяться не только развитием

технологического прогресса, но и тем, как человечество сможет регулировать его развитие.

Источники

1. Якупов З. Я., Филичев А. С., Галимова Р. К. Защита информационного пространства с использованием технологии RBHM // Аналитическая механика, устойчивость и управление: Труды XI Международной Четаевской конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Н. Г. Четаева и памяти академика АН РТ Т. К. Сиразетдинова, Казань, 13–17 июня 2017 года. Том 4. – Казань: Казанский государственный технический университет им. А. Н. Туполева, 2017. С. 286-291.
2. Якупов З. Я., Галимова Р. К. Математическое моделирование технологических процессов в цифровой среде // Математика и проблемы образования: Материалы 41-го Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов, Киров, 22–24 сентября 2022 года. – Киров: Издательство «Веси», 2022. С. 183-184.
3. Якупов, З. Я., Галимова Р. К. Об Адамаровых матрицах // Математика в современном мире: Материалы Международной конференции, посвященной 150-летию Д. А. Граве, Вологда, 07–10 октября 2013 года / Вологодский государственный педагогический университет. – Вологда, 2013. – С. 40-41.
4. Якупов З. Я. Матрицы Адамара: закономерности построения, свойства, применение: Монография / З. Я. Якупов – М: ДéЛибри, 2023. – 86 с.
5. Якупов З. Я., Галимова Р. К. Основная концепция исследования групп преобразований Ляпунова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73, № 4. – С. 171-176.
6. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Вильямс, 2003.
7. Горбань А. Н., Дунин-Барковский В. Л. Нейроинформатика. – Новосибирск: Наука, 1998.
8. Куржанский А. Б. Управление и искусственный интеллект. – М.: Наука, 2014.
9. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2002.
10. Чернавский Д. С. Синергетика и информация: Динамическая теория информации. – М.: Наука, 2001.
11. Тархов Д. А. Нейросетевые методы в прогнозировании и анализе данных. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
12. Петрова Е. К. Этика ИИ: Проблемы смещения данных // Журнал «Искусственный интеллект и право», № 2, 2021. – С. 65-67.
13. Шумский С. А. Нейрокомпьютинг и его применения. – М.: ИНТУИТ, 2006.

УДК 004.896

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Сыпкова Виктория Владиславовна
ФГБОУ ВО «МАИ (НИУ)», г. Москва, Россия
vsypkova@list.ru

Аннотация. Изложены основные преимущества использования искусственного интеллекта для автоматизации хозяйственной деятельности компании, представлены инструменты и технологии, позволяющие повысить эффективность работы. Рассмотрен процесс внедрения средств автоматизации, основанных на нейронных сетях, в производственные процессы, а также примеры использования этих средств для автоматизации и принятия решений на современном промышленном предприятии.

Ключевые слова: автоматизация, искусственный интеллект, повышение эффективности, инновационные технологии, «умное» производство.

MANUFACTURING AUTOMATION USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Sypkova Victoria Vladislavovna
«MAI (NRU)», Moscow, Russian
vsypkova@list.ru

Abstract. The main advantages of using artificial intelligence to automate the economic activity of the company are outlined, tools and technologies that allow to increase the efficiency of work are presented. The process of implementation of automation tools based on neural networks into production processes is considered, as well as examples of using these tools for automation and decision-making at a modern industrial enterprise.

Keywords: automation, artificial intelligence, efficiency improvement, innovative technologies, «smart» manufacturing.

За последние годы произошло совершенствование инновационных технологий, включая появление инструментов обработки больших данных, распространение Интернета вещей (IoT), широкое внедрение искусственного интеллекта (ИИ). В связи с этим автоматизация технологических процессов стала одним из активно развивающихся направлений научной мысли.

Целью статьи является выявление перспектив инновационных технологий автоматизации, в том числе концепции “умного” производства.

Когда речь заходит об автоматизации производства, важно понимать разницу между традиционной автоматизацией и автоматизацией с использованием искусственного интеллекта. Хотя оба подхода помогают существенно улучшить технологические процессы, ИИ выводит автоматизацию на новый уровень за счёт возможности обучаться и адаптироваться к изменениям производственной среды компании.

Основное различие между автоматизацией и искусственным интеллектом заключается в том, как выполняются задачи. Традиционная автоматизация основана на жёстких правилах и сценариях. При её использовании оборудование выполняет те же действия, которые были изначально запрограммированы, без возможности подстраиваться под возникающие потребности. Например, автоматизация может использоваться для станков с числовым программным управлением (ЧПУ), чтобы повысить точность и качество продукции.

В свою очередь, модели ИИ используют машинное обучение и способны адаптироваться к новым задачам. Они извлекают уроки из прошлых данных, чтобы осуществлять прогнозирование и принимать решения, которые не ограничены заранее установленными правилами. Искусственный интеллект способен обнаруживать дефекты и ошибки на ранних стадиях производственного процесса и автоматически принимать меры для их устранения [1].

Несмотря на свои различия, искусственный интеллект и автоматизация могут работать вместе. Автоматизация с использованием искусственного интеллекта – это применение технологий ИИ для автоматизации задач и процессов, которые обычно требуют человеческого вмешательства [2]. Такой симбиоз позволяет системам обучаться и адаптироваться, помогает предприятиям быстрее и эффективнее справляться с повседневными процессами, начиная с обработки данных, заканчивая поддержкой клиентов.

Объединение виртуального и физического мира с помощью информационных технологий, киберфизических систем и усовершенствованного управления данными благодаря технологиям обработки больших данных и облачным вычислениям позволило создать концепцию «умного» производства [3]. Автоматизация является одной из значимых характеристик такого производства, она даёт возможность значительно повысить показатели качества в реальном времени, а также снизить затраты времени, ресурсов и стоимости по сравнению с традиционными производственными системами.

Технологии передачи данных и автоматизация обеспечивают возможность выпуска массового производства продукции с индивидуальными характеристиками. Уже сейчас моделирование и технологии дополненной

реальности позволяют значительно снизить уровень рисков на опасных производствах, например, на химических заводах и нефтяных платформах. Перечисленные преимущества позволят своевременно и обоснованно решать актуальные задачи, рационально использовать время, ресурсы и возможности производственной площадки.

Новым вызовом для развитых стран становится взаимодействие между людьми и ИИ [4]. Намечаются тенденции и предпосылки для перехода от полностью автоматизированных производств к выполнению отдельных работ непосредственно сотрудниками, что подчеркивает их значимость и заботу о них со стороны руководства компаний.

Таким образом, внедрение систем автоматизации и обмена данными в производственных процессах, интеграция различных средств и реализация концепции «умного» производства, открывает новые перспективы для повышения эффективности производства. Компании, которые используют такие подходы, могут улучшить качество продукции, уменьшить потребности в использовании времени и ресурсов для отдельных задач, что обеспечит конкурентное преимущество по сравнению с традиционными методами производства. Однако применение автоматизации с использованием искусственного интеллекта требует тщательной подготовки и анализа текущих бизнес-процессов. Важно определить, какие цели требуют первостепенной автоматизации, и создать плавную интеграцию технологии в существующие системы. Подходя к процессу с чётким планом и выбранными средствами, предприятия могут успешно встраивать решения в области искусственного интеллекта и, как следствие, достигать новых высот в своей деятельности.

Источники

1. Письменный Р. А. Применение искусственного интеллекта в автоматизации производства. // Символ науки: международный научный журнал. 2023. № 7-2. С. 15-17. EDN: MSVRZQ

2. Изучение искусственного интеллекта и генеративной автоматизации искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. URL: https://www.nodul.ru (дата обращения: 28.03.2025)

3. «Умное» производство [Электронный ресурс]. URL https://industrie4.0.gtai.de/INDUSTRIE40/Navigation/EN/Topics/Industrie-40/smart-factory.html (дата обращения: 27.03.2025)

4. Северин А.И., Виноградов Ю.М. Прогресс робототехники в переходе от индустрии 4.0 к индустрии 5.0. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. № 1. С. 356-361.

УДК 004.8

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Тачмухаммедова Огулджахан Бяшимовна, Аннаева Акнабат Джорабаевна
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
bashimovna3@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассказываетс о том, что представляет собой искусственный интеллект и какого уровня развития он достиг на сегодняшний день, а также примеры систем искусственного интеллекта, которые существуют на данный момент развития информационных технологий. Посредством реализации на современных персональных компьютерах ИИ моделирует процессы мыслительной деятельности. К искусственному интеллекту относятся различные устройства, программное обеспечение, обладающие определенной часть интеллектуальности.

Ключевые слова: искусственный интеллект; искусственный интеллект в развитии науки и техники; информационные технологии.

EXAMPLES OF USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Tachmuhammedova Oguljahan Bashimovna, Annaeva Aknabat Jorabayevna
State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
bashimovna3@gmail.com

Abstract. This article talks about what artificial intelligence is and what level of development it has reached today, as well as examples of artificial intelligence systems that exist at the moment in the development of information technology. Through implementation on modern personal computers, AI models the processes of mental activity. Artificial intelligence includes various devices and software that have a certain amount of intelligence.

Keywords: artificial intelligence; artificial intelligence in the development of science and technology; information technology.

Искусственный интеллект зародился как новое научное направление в середине XX века. В настоящее время наука и техника активно внедряют системы искусственного интеллекта (ИИ) в различные сферы жизни общества. Существует научное направление по исследованию искусственного интеллекта, которое собирает в себе различные достижения в различных сферах: нейрофизиологии, математики, кибернетики, психологии, философии [1].

Искусственный интеллект – это способность системы выполнять задачи, требующие человеческого интеллекта. Такие алгоритмы могут обучаться и адаптироваться к заданным параметрам. Робототехника – это отрасль технологии, занимающаяся созданием роботов. Роботы – это программируемые

машины, предназначенные для выполнения определенных задач. Существуют несколько факторов, определяющих систему как роботизированную: основным элементом работы машины является программное обеспечение, то есть роботы программируемы; роботы взаимодействуют с окружающей средой с помощью сенсоров и исполнительных устройств; роботы могут быть полуавтономными или полностью автономными. Полуавтономные роботы работают по заданному программистом алгоритму и не обладают гибкостью в выполнении задач. Такие машины не могут функционировать без участия оператора, который управляет системой. Автономные роботы способны выполнять задачи без вмешательства человека, корректируя свои действия при необходимости. Именно для их создания часто используется искусственный интеллект.

Искусственный интеллект в робототехнике предоставляет возможность решать эти задачи за счет применения алгоритмов машинного обучения, глубокого обучения и усиленного обучения. Эти подходы позволяют роботам «учиться» на данных, формировать поведенческие модели и принимать решения, исходя из текущей ситуации. Таким образом, интеллектуальные роботы могут заменять человека в опасных или сложных условиях, повышая уровень безопасности и эффективности.

Целью работы является исследование и разработка методологических основ для интеграции искусственного интеллекта в робототехнические системы с целью повышения их автономности, точности и адаптивности. Основные задачи включают:

1. Анализ существующих подходов к применению технологий машинного обучения и глубокого обучения в робототехнике;
2. Разработка алгоритмов, обеспечивающих способность робота к самостоятельному обучению в изменяющейся среде;
3. Создание прототипа интеллектуального робота, который демонстрирует автономные способности в реальных условиях эксплуатации;
4. Оценка эффективности разработанных решений с использованием экспериментальных данных и моделирования.

Некоторые исследователи утверждают, что искусственный интеллект способен быстро самосовершенствоваться. Это приводит к «уникальности», которая отражает неограниченную активность и/или неограниченный экономический рост. Искусственный интеллект стремительно трансформирует глобальную атмосферу мировых отраслей, в то же время его влияние на экономику неоспоримо. Искусственный интеллект открывает такие возможности, как повышение производительности, создание совершенно новых экономических возможностей и формирование усовершенствованного рынка труда.

В экономике искусственный интеллект расширяет возможности, в основном, через:

1. Рост производительности: использование искусственного интеллекта в сфере продвижения услуг повышает эффективность использования ресурсов, снижает затраты и увеличивает выпуск продукции. Всё это способствует ускорению развития экономического роста.

2. Создание новых отраслей и рынков: искусственный интеллект способствует возникновению развивающихся рынков и отраслей, эффективной разработке, производству и обслуживанию систем искусственного интеллекта.

3. Рост конкуренции: компании, которые активно внедряют искусственный интеллект, имеют конкурентные преимущества за счет оптимизации бизнес-процессов, принятие более точных стратегических решений, более качественных продуктов и услуг.

4. Модификация рынка труда: использование искусственного интеллекта влияет на рынок труда, автоматизируя конкретные виды предпринимательской деятельности, создавая новые рабочие места в области разработки и обслуживания систем искусственного интеллекта.

5. Повышение устойчивости и прогнозирования: искусственный интеллект повышает способность государственных отраслей и частного бизнеса прогнозировать экономические тенденции, реагировать на кризисы и принимать более выверенные, экономически выгодные решения.

6. С макроэкономической точки зрения: экономический потенциал искусственного интеллекта влияет на общую производительность отрасли, рост ВВП, занятость, инновации и стабильность национальной экономики.

7. Эффективность искусственного интеллекта в различных отраслях экономики: ИИ играет большую роль в создании новых возможностей для повышения производительности труда и снижения расходов. Искусственный интеллект включает в себя множество сложных технологий, которые позволяют устройствам имитировать человеческий интеллект.

Алгоритмы искусственного интеллекта могут анализировать большие массивы данных, выявляя новые закономерности и тенденции. Это позволяет предприятиям разрабатывать новые продукты и услуги, удовлетворять потребности клиентов и преодолевать возникающую конкуренцию. Благодаря искусственному интеллекту человеческая деятельность облегчается и автоматизируется. Происходит автоматизация рабочих мест в сфере разработки продукта, охвата данных, обслуживания клиентов. Одновременно, это может привести к снижению занятости на рынке труда. И всё же это не оказывает существенного влияния на рабочие места, потому что искусственный интеллект позволяет нам создавать новые рабочие места [2].

ИИ помогает моделировать выполнение разнообразных задач, делая машины более умными и способными адаптироваться к различным сценариям. В роботах объединяются функции компьютерного зрения, захвата объектов,

управления движением и обучающих данных для понимания физики и логистики. Машинное обучение, один из аспектов ИИ, используется для обучения моделей, чтобы они могли выполнять сложные задачи и адаптироваться к новым ситуациям. Машинное обучение позволяет распознавать объекты различных форм и размеров в различных условиях. Роботы с ИИ уже применяются в различных сферах. Например, в медицине роботизированные системы могут выполнять задачи, от санитарной уборки и дезинфекции до проведения удалённых операций с высокой точностью. Такие роботы, как Da Vinci, используют для выполнения хирургических операций, имитируя движения хирурга. В сельском хозяйстве ИИ-роботы помогают повысить урожайность и производительность, занимаясь посадкой, сбором урожая, распылением пестицидов и мониторингом состояния растений. Примером могут служить роботы компании Iron Ox, которые оптимизируют условия для роста растений, и Agrobot E - Series, который собирает клубнику, распознавая спелые ягоды. В автомобильной промышленности роботы способствуют полной автоматизации и снижению затрат на производство, создавая автоматизированные сборочные линии. Например, завод Knauf Industries во Вроцлаве использует роботов для изготовления полипропиленовых компонентов. В военной сфере ИИ используется для разработки оружия и автономных дронов, которые уже применяются в реальных боевых условиях. В складских помещениях роботы помогают перемещать товары, сокращая потребность в человеческом труде. Французская разработка Qopius, например, отслеживает количество товаров на полках и собирает данные о продуктах.

Искусственный интеллект также движим инновациями и созданием принципиально новых отраслей. Развитие искусстве нного интеллекта требует создания новых позиций в таких областях как совершенствование непосредственно механизмов искусственного интеллекта, анализ данных и кибербезопасность. В то же время, технологии искусственного функционирования интеллекта ведут к появлению новых отраслей, ориентированных на роботов, автономных транспортные средств и других передовых разработок. Вот несколько способов, с помощью которых искусственный интеллект способен влиять на экономику: макроэкономика: включение искусственного интеллекта в экономику способствует повышению производительности и эффективности экономики в целом. ИИ может быть использован для автоматизации и оптимизации, повышения точности и скорости принятия решений, прогнозирования экономических тенденций и закономерностей; бизнессектор: автоматизация и оптимизация бизнеспроцессов: автоматизация искусственного интеллекта включает в себя также повседневные действия и процессы как разработка и анализ изображений, отслеживание платежей, логистика. Это позволяет компаниям

снизить трудозатраты и повысить операционную эффективность. Внедрение искусственного интеллекта позволяет автоматизировать бизнес в рамках оптимизации текущей работы и операционных процессов. Искусственный интеллект может помочь управлять ресурсами, прогнозировать спрос, оптимизировать запасы, проводить аудит рынка и обслуживать клиентов. В результате, число арендаторов может увеличиться, а эффективность бизнеса можно корректировать, сократив расходы на парковку, текущие расходы, а также улучшить свои конкурентные преимущества; финансовые услуги: искусственный интеллект также используется в финансовом секторе для проведения анализа. Кредитные риски, управление портфелем, прогнозирование рынка и автоматизация облегчают деятельность в таких областях, как торговля на паевых биржах; обслуживание клиента: при помощи ИИ компании могут оказывать услуги по персональному консалтингу, а также обрабатывать обращения и отвечать на вопросы клиентов через чат боты (онлайн запросы) и автоматизированные ресурсы; прогнозирование и отбор: искусственный интеллект может помочь в прогнозировании будущих тенденций и ожиданий клиентов на основе оценки больших данных. Это позволяет компаниям принимать более обоснованные решения в вопросах управления запасами, ценообразования, маркетинга и стратегий роста.

Робототехника и искусственный интеллект (ИИ) – это две взаимосвязанные, но отличающиеся области. Робототехника фокусируется на создании роботов для выполнения задач без последующего вмешательства, тогда как ИИ направлен на имитацию человеческого разума для принятия решений и обучения. Для большинства роботов, выполняющих простые и предсказуемые задачи, продвинутый интеллект не требуется, так как их действия заранее запрограммированы. Многие такие робототехнические системы были созданы с учетом прежних ограничений ИИ. Однако, с быстрым развитием технологий каждый год, производители робототехники могут быть все более уверены в возможности расширения границ того, что можно достичь, объединяя эти две дисциплины [3].

Примеры использования ИИ в медицине, логистике, сельском хозяйстве, производстве и военной сфере демонстрируют перспективы светлого будущего для сочетания робототехники и искусственного интеллекта. Следующее крупное новшество, которое сегодня кажется научной фантастикой, вполне может стать реальностью уже завтра

В заключение подведем некоторые итоги. Современное развитие экономики характеризуется интенсивным развитием цифровых технологий и систем искусственного интеллекта. Использование прогрессивных технологий, основанных на последних дости жениях в области информационных технологий, позволяет перевести производственную и управленческую

деятельность на новый уровень. Другими словами, применение искусственного интеллекта в цифровой экономике позволит руководителям уменьшить время на принятие управленческих решений, повысить их обоснованность, эффективность и своевременность. В глобальном масштабе достижения в сфере искусственного интеллекта и Индустрии 4.0 совершили трансформацию экономики, и в перспективе ее изменения станут еще более заметными и масштабными.

Источники

1. Горбачёв, Д. А. Философия искусственного интеллекта / Д. А. Горбачёв, А. И // Философия качества, созидания и исторической памяти [Электронный ресурс]: сборник материалов международных круглых столов «Евразийские ценности и историческая память», «Конвергенция экосистем и философия качества» / сост. А. И. Лойко. – Минск: БНТУ, 2024. – С. Лойко.

2. Орлов, А. И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных: Учебник / А. И. Орлов. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 843 с.

3. Пырнова О. А., Зарипова Р. С. Технологии искусственного интеллекта в образовании //Russian Journal of Education and Psychology. – 2019. – Т. 10. – №. 3. – С. 41-44.

УДК 616-085:004.94

ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ В МЕДИЦИНЕ: ДИАГНОСТИКА, ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Такшеев Артем Дмитриевич, Кудрявцева Юлия Александровна, Галушко Иван Витальевич
ФГК ВОУ ВО «ВАС» г. Санкт-Петербург, Россия
artyom.taksheev@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена роли цифровых моделей в современной медицине. Рассмотрены основные технологии, такие как искусственный интеллект, сенсорика и робототехника, которые способствуют переходу к модели 4P-медицины. Анализируется применение информационных технологий для создания цифровых моделей пациентов и их роль в предотвращении заболеваний.

Ключевые слова: цифровая медицина, персонализированное лечение, диагностика, искусственный интеллект, 4P медицина.

DIGITAL MODELS IN MEDICINE: DIAGNOSIS, PERSONALIZED TREATMENT

Taksheev Artem Dmitrievich, Kudryavtseva Julia Alexandrovna, Golushko Ivan Vitalievich
VAS, St. Petersburg, Russia
artyom.taksheev@gmail.com

Abstract. This article explores the role of digital models in modern medicine. It examines key technologies such as artificial intelligence, sensorics, and robotics that contribute to the transition to the 4P medicine model. The application of information technologies for creating digital patient models and their role in disease prevention are analyzed.

Keywords: digital medicine, personalized treatment, diagnosis, artificial intelligence, 4P medicine.

Цифровая медицина переживает значительный рост, обусловленный развитием технологий искусственного интеллекта (ИИ), сенсорики, робототехники и других информационных технологий. Эти достижения позволяют медицине перейти к модели 4P, которая включает предсказание, профилактику, персонализацию и партисипативность в лечении заболеваний. В этой статье мы рассмотрим применение цифровых моделей в диагностике и персонализированном лечении, а также их роль в современной медицине.

Цифровые модели в диагностике основаны на сборе и анализе больших данных о пациентах. Эти данные могут включать биомаркеры, генетическую

информацию и другие медицинские показатели. С помощью технологий ИИ становится возможным выявление ранних признаков заболеваний и прогнозирование их развития [1]. Например, цифровые биомаркеры могут быть использованы для отслеживания изменений в организме пациента, что позволяет врачам принимать более точные решения о лечении [2].

Применение ИИ в диагностике демонстрирует высокую эффективность. Например, ИИ используется для анализа сердечно-сосудистых патологий, где нейросети классифицируют ишемические изменения и пароксизмальную аритмию [3]. Сервис «ЭКГ» от СберМедИИ ускоряет обработку данных для пациентов в критическом состоянии, обеспечивая онлайн-консультации с врачами.

Персонализированное лечение предполагает адаптацию терапии к индивидуальным особенностям пациента. Цифровые модели позволяют создавать подробные профили пациентов, учитывающие их генетические данные, медицинскую историю и другие факторы. Это позволяет врачам выбирать наиболее эффективные методы лечения и минимизировать риск побочных эффектов. Например, система IBM Watson Health Cloud анализирует данные с носимых устройств и генетические показатели, подбирая индивидуальные схемы лечения [4]. Алгоритмы GNS Healthcare оптимизируют комбинации препаратов с учётом метаболических особенностей.

Кроме того, цифровые технологии позволяют пациентам активно участвовать в процессе лечения, используя приложения для мониторинга своего здоровья и получения рекомендаций от врачей. Виртуальные помощники, такие как аватары Салли и Уолт (платформа iCare Navigator), предоставляют пациентам персонализированные рекомендации, оптимизируя время медперсонала [5].

Информационные технологии играют ключевую роль в создании цифровых моделей. Они включают в себя системы хранения и обработки данных, а также инструменты для анализа больших объемов информации. Технологии ИИ, такие как машинное обучение, используются для выявления закономерностей в данных и прогнозирования результатов лечения. Например, российские разработки, такие как сервис «ТОП-3» от СберМедИИ, анализируют электронные карты, сравнивая анамнезы с миллионами случаев для постановки диагноза [6]. Система GE Healthcare, внедрённая в Джонсе Хопкинсе, ускоряет обмен информацией между подразделениями клиник, улучшая координацию лечения.

Несмотря на значительные достижения, цифровая медицина сталкивается с рядом вызовов. Одним из основных препятствий является асимметрия ценности данных и алгоритмов, что затрудняет создание качественных больших данных. Кроме того, существует необходимость обеспечения

конфиденциальности и безопасности данных пациентов. Однако перспективы цифровой медицины остаются высокими, и ожидается, что она продолжит трансформировать подходы к диагностике и лечению в ближайшем будущем.

Цифровые модели в медицине открывают новые возможности для диагностики и персонализированного лечения. Развитие технологий ИИ и других информационных технологий позволяет медицине стать более эффективной и ориентированной на пациента. Несмотря на существующие вызовы, цифровая медицина имеет значительный потенциал для улучшения качества здравоохранения и повышения уровня жизни населения.

Источники

1. Карпов О. Э., Храмов А. Е. Информационные технологии, вычислительные системы и искусственный интеллект в медицине. – М.: ДПК Пресс, 2022. – 480 с., ил. – ISBN 978-5-91976-232-4

2. Celard P, Iglesias EL, Sorribes-Fdez JM, Romero R, Vieira AS, Borrajo L. A survey on deep learning applied to medical images: from simple artificial neural networks to generative models. Neural Comput Appl. 2022. Т. 2023;35(3) С. 2291-2323. doi: 10.1007/s00521-022-07953-4. PMID: 36373133; PMCID: PMC9638354.

3. Медведев Н.А., Казиева М.Ю., Сидорова А.А. Современные возможности комплексного алгоритма искусственного интеллекта в диагностике ишемического инсульта и внутричерепных кровоизлияний. Диагностическая и интервенциональная радиология. 2024. Т. 8. №2. С. 152-159.

4. Aggarwal M., Mani M. IBM's Watson Analytics for Health Care: A Miracle Made True. Cloud Computing Systems and Applications in Healthcare, edited by Chintan M. Bhatt and S. K. Peddoju, IGI Global, 2017, С. 117-134. https://doi.org/10.4018/978-1-5225-1002-4.ch007

5. Ahonkhai A.A., Kuti K.M., Hirschhorn L.R. Successful Implementation Strategies in iCARE Nigeria-A Pilot Intervention with Text Message Reminders and Peer Navigation for Youth Living with HIV. Trop Med Infect Dis. 2023. Е. 16. С. 8(11):498. doi: 10.3390/tropicalmed8110498. PMID: 37999617; PMCID: PMC10675344.

6. Blinov P. D., Avetisian M. S., Kokh V. N., Umerenkov D. E., Tuzhilin A. Predicting Clinical Diagnosis from Patients Electronic Health Records Using BERT-based Neural Networks. Artificial Intelligence in Medicine. AIME 2020. Т. 12299. arXiv:2007.07562

УДК 621-313.3

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЧАТ-БОТ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ 1С: ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ

Тимофеева Любовь Николаевна, Петров Сергей Андреевич
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
TimofeevaLN@mpei.ru, PetrovSA@mpei.ru

Аннотация. В статье описывается разработка интеллектуального чат-бота на базе платформы 1С с использованием сервиса OpenRouter. Проект включает в себя внедрение искусственного интеллекта, написания программного кода и создание удобного пользовательского интерфейса. Статья позволит глубже разобраться в использовании искусственного интеллекта в привычных для большинства сотрудников системах.

Ключевые слова: интеллектуальный чат-бот, 1С, искусственный интеллект, разработка, внедрение.

INTELLIGENT CHATBOT BASED ON THE 1C PLATFORM: DEVELOPMENT FEATURES

Timofeeva Lyubov Nikolayevna, Petrov Sergey Andreyevich
National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russia
TimofeevaLN@mpei.ru, PetrovSA@mpei.ru

Abstract. The article describes the development of an intelligent chatbot based on the 1C platform using the OpenRouter service. The project involves the implementation of artificial intelligence, writing program code, and creating a user-friendly interface. The article aims to provide a deeper understanding of the use of artificial intelligence in systems that are familiar to most employees.

Keywords: intelligent chatbot, 1C, artificial intelligence, development, implementation.

Последние несколько лет наблюдается тенденция к технологиям искусственного интеллекта и, в частности, к разработке интеллектуальных чат-ботов.

В данном контексте актуально рассмотреть разработку интеллектуального чат-бота на базе платформы 1С. Это решение позволяет интегрировать мощные языковые модели в привычную многим ERP-систему.

В статье будет подробно рассмотрен процесс разработки интеллектуального чат-бота на базе платформы 1С, начиная с этапа внедрения искусственного интеллекта и заканчивая созданием удобного интерфейса для пользователей.

Описание разработки.

Для подключения искусственного интеллекта в рамках проекта был использован сервис OpenRouter. OpenRouter – это платформа, на которой разработчикам предоставляется доступ к большому количеству языковых моделей, в том числе к бесплатным. Например, DeepSeek V3 0324, Gemini Pro 2.0 Experimental, Llama 3.3 70B Instruct и многие другие.

Перед началом работы необходимо зарегистрироваться на сайте, после чего будет возможно получить ключ доступа, с помощью которого запрос сможет отправляться в выбранную ии-модель [1]. Для проекта была выбрана бесплатная модель Qwen 2 7B Instruct.

Для настройки чат-бота в базе потребуется несколько констант: «БЯМ_Провайдер», «БЯМ-ApiKey» и «БЯМ-Модель». В системе создана форма, которая будет доступна пользователю для корректировки (Рис. 1). Это удобно, так как возможно всегда изменить ранее выбранную языковую модель или провайдера, не адаптируя код каждый раз.

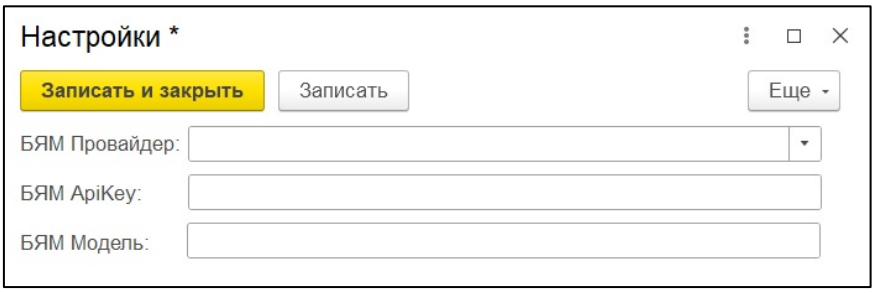


Рис. 1. Настройка параметров выбранной модели

В система реализован основной модуль с несколькими функциями, такими как «Инициализировать_БЯМ» и «ВыполнитьЗапрос_БЯМ», отвечающими за инициализацию и выполнения запроса к языковой модели.

Структура функции «Инициализировать_БЯМ» состоит в подготовке запроса к языковой модели (Рис. 2). Есть несколько обязательных параметров: «хост», где устанавливается адрес соединения, «путь», необходимый для отправки HTTP-запроса, «модель», соответственно название модели, «безопасное соединение», для демонстрации, по какому соединению отправляется запрос, и «температура», отвечающая за креативность модели. Также здесь строить структура заголовка для HTTP-запроса [2].

Основная функция модуля – «ВыполнитьЗапрос_БЯМ» (рис. 3Рис. 3). Она нужна для реализации диалога с моделью, чтобы она сохраняла историю сообщений и отвечала в рамках контекста [2]. Здесь формируется тело HTTP-запроса, в который закладывается текст вопроса. Далее происходит отправка запроса в языковую модель. После необходимо обработать структуру ответного сообщения. В модели Qwen 2 7B Instruct ответ содержится в поле «choices» [3].

```
Функция Инициализировать_БЯМ(БЯМ, Модель, КлючьАпи = Неопределено) Экспорт

    Параметры_БЯМ.Вставить("код_бям", БЯМ);
    Параметры_БЯМ.Вставить("хост", "openrouter.ai");
    Параметры_БЯМ.Вставить("порт", Неопределено);
    Параметры_БЯМ.Вставить("путь", "/api/v1/chat/completions");
    Параметры_БЯМ.Вставить("модель", Модель);
    Параметры_БЯМ.Вставить("безовасное_соединения", Истина);
    Параметры_БЯМ.Вставить("температура",0);

    Заголовки = новый Соответствие();
    Заголовки.Вставить("Content-Type", "application/json");
    Заголовки.Вставить("Authorization", "Bearer " + КлючьАпи);

    Параметры_БЯМ.Вставить("заголовки", Заголовки);
```

Рис. 2. Функция "Инициализировать_БЯМ"

```
Функция ВыполнитьЗапрос_БЯМ(ПараметрыБЯМ, СообщениеБЯМ, ИсторияСообщенииБЯМ=Неопределено) Экспорт

    Соединение = Новый HTTPСоединение(ПараметрыБЯМ.хост,
                                      ПараметрыБЯМ.порт,
                                      ,,,,ПараметрыБЯМ.безовасное_соединения);

    HTTPЗапрос = Новый HTTPЗапрос(ПараметрыБЯМ.путь);

    HTTPЗапрос.Заголовки = ПараметрыБЯМ.заголовки;

    ТелоЗапроса = Новый Структура();

    ИсторияСообщенийБЯМ.Добавить(СообщениеБЯМ);
    ТелоЗапроса.Вставить("messages", ИсторияСообщенийБЯМ);
    HTTPЗапрос.УстановитьТелоИзСтроки(ОбщегоНазначения.ЗаписьJSON(ТелоЗапроса));
    HTTPОтвет = Соединение.ВызватьHTTPМетод("POST", HTTPЗапрос);
    ОтветБЯМ = ОбщегоНазначения.ЧтениеJSON(HTTPОтвет.ПолучитьТелоКакСтроку());
    Ответ = Новый Соответствие();
    Если ОтветБЯМ.Свойство("choices") Тогда
        Ответ = ОтветБЯМ.choices[0];
    ИначеЕсли ОтветБЯМ.Свойство("message") Тогда
        Ответ = ОтветБЯМ;
    ИначеЕсли ОтветБЯМ.Свойство("error") Тогда
        Ответ = ОбщегоНазначения.ЗаписьJSON(ОтветБЯМ.error);
    КонецЕсли;

    Возврат Ответ;
```

Рис. 3. Функция "ВыполнитьЗапрос_БЯМ"

Далее необходимо создать форму, в которой пользователь в удобном интерфейсе сможет общаться с искусственным интеллектом. Как можно заметить, верхнее поле предназначено для вопроса, а нижнее – для ответа. Необходимо описать интересующую проблему и нажать кнопку «Отправить». В течение нескольких секунд ответ появится на экране. Пример работы с чат-ботом выглядит следующим образом (Рис. 4).

В кнопке «Отправить» содержится процедура «ОтправитьВопрос». Здесь вызывается функция «ВыполнитьЗапрос_БЯМ» (рис. 5), которая получает на вход параметры модели, вопрос и историю переписки с пользователем, далее отправляется HTTP-запрос [4]. Для сохранения истории переписки с чат-ботом, реализована переменная «ИсторияСообщений», которая обновляется с каждым новым ответом языковой модели.

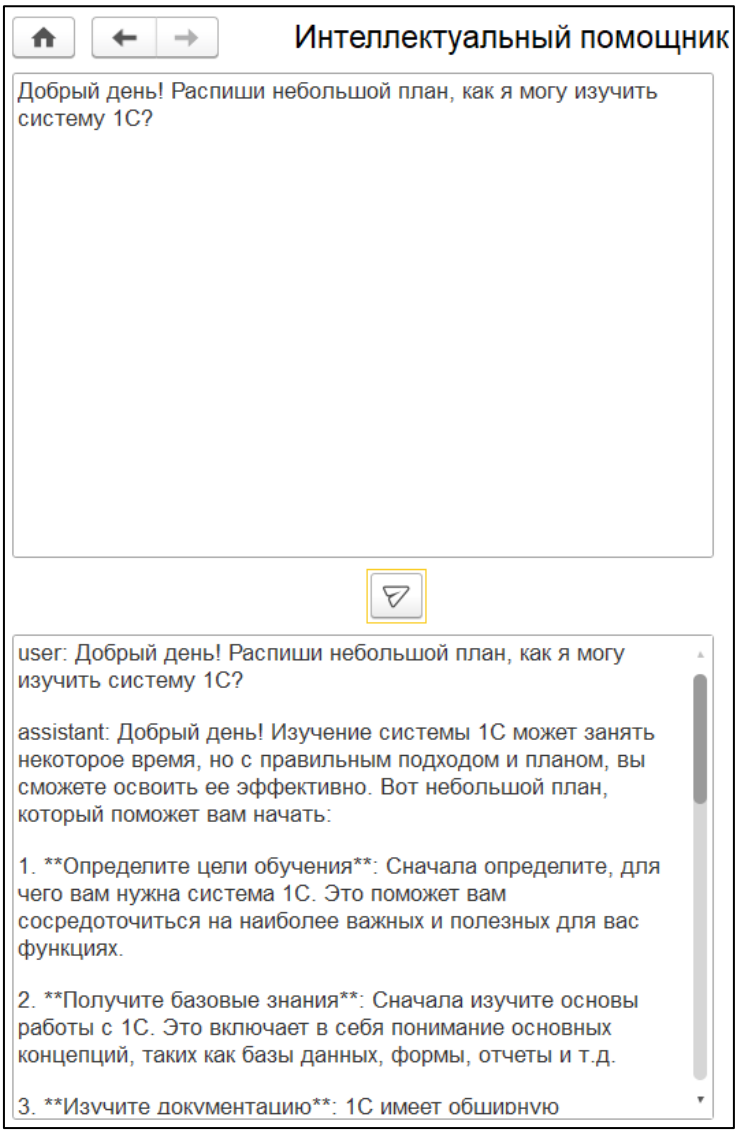


Рис. 4. Форма чат-бота

```
Процедура ОтправитьВопрос(Команда)

    APIKey = ПолучитьЗначениеКонстанты("БЯМ_ApiKey");
    Модель = ПолучитьЗначениеКонстанты("БЯМ_Модель");
    БЯМ_Провайдер = ПолучитьЗначениеКонстанты("БЯМ_Провайдер");
    Если Не APIKey = "" И Не Модель = "" И Не БЯМ_Провайдер = "" Тогда

        СообщениеБЯМ = Новый Структура();
        СообщениеБЯМ.Вставить("role", "user");
        СообщениеБЯМ.Вставить("content", ЭтотОбъект.ТекстЗапроса);

        Если глИсторияСообщенийБЯМ = Неопределено Тогда
            глИсторияСообщенийБЯМ = Новый Массив();
        КОнецЕсли;

        ПараметрыБЯМ = БЯМ.Инициализировать_БЯМ(БЯМ_Провайдер, Модель, APIKey);

        ОтветБЯМ = БЯМ.ВыполнитьЗапрос_БЯМ(ПараметрыБЯМ, СообщениеБЯМ, глИсторияСообщенийБЯМ);

        Если Не ОтветБЯМ.Свойство("message") Тогда
            Сообщить("Не удалось подключиться к модели, или сообщение пользователя пустое.");
            Возврат;
        КонецЕсли;
        глИсторияСообщенийБЯМ.Добавить(ОтветБЯМ.message);
        ИсторияСообщений = "";
        Для Каждого ЭлементИстории Из глИсторияСообщенийБЯМ Цикл
            ИсторияСообщений = ИсторияСообщений + ЭлементИстории.role + ": " + ЭлементИстории.content + Символы.ПС + Символы.ПС;
        КонецЦикла;
        ЭтотОбъект.ТекстОтвета = ИсторияСообщений;

    КонецЕсли;

КонецПроцедуры
```

Рис. 5. Процедура «ОтправитьВопрос»

В будущем ожидается дальнейшее совершенствование технологий в области обработки естественного языка, что откроет новые возможности для создания еще большего количества интеллектуальных систем общения. Это подчеркивает важность освоения этих инструментов для достижения конкурентных преимуществ в бизнесе и улучшения качества обслуживания клиентов.

Источники

1. API Reference // OpenRouter URL: https://openrouter.ai/docs/api-reference/overview (дата обращения: 21.03.2025).
2. Создаем чат-бот VK с искусственным интеллектом ChatGPT на 1С // 1С-Рарус URL: https://learn.rarus.ru/courses/11943/ (дата обращения: 24.03.2025).
3. HTTP-запросы во встроенном языке // 1С-Софт URL: https://1cmycloud.com/console/help/esb/4.1/docs/topics/doc00973.html (дата обращения: 24.03.2025).
4. Основные принципы взаимодействия с REST API // Кодерлайн URL: https://www.koderline.ru/expert/programming/article-osnovnye-printsipy-vzaimodeystviya-s-rest-api-primer-raboty/ (дата обращения: 20.03.2025).

УДК 629.12

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Тихонов Николай Федорович
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия
ds2585@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено одно из основных направлений применения искусственного интеллекта в судовых энергетических установках – прогнозирование и предупреждение неисправностей. Использование алгоритмов машинного обучения и анализа больших данных позволяет не только выявлять потенциальные проблемы на ранних стадиях, но и предсказывать их развитие, что значительно снижает риск аварий и простоев. Это, в свою очередь, способствует оптимизации работы судов и снижению затрат на техническое обслуживание. Интеграция систем управления, основанных на искусственном интеллекте, представляет важное направление, которое позволяет создать более эффективные и адаптивные системы управления судовыми энергетическими установками. Такие системы способны учитывать множество факторов, включая погодные условия, состояние оборудования и текущие нагрузки, что позволяет оптимизировать работу энергетических установок в реальном времени.

Ключевые слова: технология, система, модернизация, метод, искусственный интеллект, машинное обучение, цифровые двойники, оптимизация, эффективность.

TECHNOLOGICAL ADVANCES IN FAULT FORECASTING AND CONTROL SYSTEM INTEGRATION IN MARINE POWER PLANTS

Tikhonov Nikolai Fedorovich
I.N. Ulyanov CHSU, Cheboksary, Russia
ds2585@mail.ru

Abstract. The article discusses one of the main applications of artificial intelligence in marine power plants - forecasting and fault prevention. The use of machine learning and big data analysis algorithms allows not only to identify potential problems at an early stage, but also to predict their development, which significantly reduces the risk of accidents and downtime. This, in turn, helps to optimize the operation of vessels and reduce maintenance costs. The integration of control systems based on artificial intelligence is an important area that makes it possible to create more efficient and adaptive control systems for marine power plants. Such systems are able to take into account many factors, including weather conditions, equipment condition and current loads, which allows optimizing the operation of power plants in real time.

Keywords: technology, system, modernization, method, artificial intelligence, machine learning, digital twins, optimization, efficiency.

Судовые энергетические установки (СЭУ) представляют собой сложные системы, которые требуют постоянного мониторинга и управления для обеспечения их надежной работы. Традиционные методы управления, основанные на ручном контроле и интуитивных решениях, часто не способны справиться с возрастающей сложностью и динамичностью современных судов. В этом контексте искусственный интеллект (ИИ) предлагает новые подходы, которые могут значительно улучшить управление СЭУ. Применение алгоритмов машинного обучения и анализа больших данных позволяет не только предсказывать возможные неисправности, но и оптимизировать работу энергетических систем в реальном времени.

Цель исследования – перспективы развития ИИ в управлении судовыми энергетическими установками, а также возможные направления для будущих исследований.

Материал и методы исследования.

Современные технологии прогнозирования неисправностей на СЭУ представляют собой важный инструмент, позволяющий повысить надежность и безопасность морских судов. Развитие ИИ открывает новые горизонты в этой области, позволяя не только минимизировать время простоя судовых энергетических установок, но и значительно сократить затраты на ремонт и техническое обслуживание. Применение алгоритмов машинного обучения и анализа больших данных в процессе прогнозирования неисправностей позволяет более точно и своевременно выявлять потенциальные проблемы, предсказывать их развитие и предлагать меры для устранения.

Методы прогнозирования неисправностей, основанные на данных, собираемых с сенсоров и приборов СЭУ, дают возможность более глубоко понять рабочие условия и выявить аномалии. Система сбора данных на современных судах часто охватывает множество параметров, таких как температура, давление, уровень жидкости, вибрация и другие. Используя статистические модели и алгоритмы, такие как регрессионный анализ, нейронные сети или деревья решений, можно создавать предсказательные модели, способные идентифицировать паттерны и корреляции между этими параметрами.

Алгоритмы машинного обучения способны адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации судов, что делает их чрезвычайно эффективными для анализа и прогнозирования. В частности, инструменты предиктивной аналитики могут использовать исторические данные для построения моделей поведения СЭУ в различных режимах работы. Эти модели помогают не только предсказывать, когда произойдет поломка, но и определять, какие конкретные факторы способствовали возникновению проблем. Кроме того, машинное обучение можно использовать для

кластеризации данных, что позволяет выявлять аномалии в работе различных систем, выделяя те, которые требуют внимания.

Системы искусственного интеллекта, интегрированные с цифровыми двойниками СЭУ, обеспечивают возможность моделирования и контроля в реальном времени. Цифровые двойники представляют собой виртуальные реплики физических объектов, что позволяет управлять ими, анализируя поведение на основе реальных данных. Это сочетание технологий позволяет не только проводить диагностику, но и оптимизировать работу энергетических установок, выбирая маршруты и режимы работы, наиболее подходящие для повышения их эффективности и снижения рисков [1, 2, 3].

Сложность систем СЭУ требует мультидисциплинарного подхода в разработке методов прогнозирования неисправностей. Инжиниринг, программирование и, что особенно важно, знания о специфике морских условий, все это интегрируется в единые решения. Для этого создаются междисциплинарные команды, способные работать с данными и разрабатывать алгоритмы, основанные на анализе реальной эксплуатации энергетических установок. Это сочетание теории и практики позволяет довести прогнозирование до уровня, где оно становится не просто рекомендацией, а важным инструментом для управления рисками [4, 5].

Одним из перспективных направлений в области предсказания неисправностей является использование методов глубокого обучения. Такие методы, как свёрточные нейронные сети, хорошо подходят для анализа данных, получаемых с различного рода сенсоров. Их применение позволяет значительно улучшить качество предсказаний, одновременно обрабатывая огромные объемы информации и выявляя сложные зависимости, которые могут оставаться незамеченными при традиционном анализе. Разработка специализированных архитектур нейронных сетей для конкретных задач в области судовых энергетических установок открывает новые возможности для устранения неисправностей еще до их возникновения.

Важно отметить, что успешное внедрение технологий прогнозирования неисправностей требует постоянного обучения и адаптации. Системы ИИ должны обновляться, чтобы учитывать новые данные и изменяющиеся условия эксплуатации. Внедрение механизма обратной связи позволит не только улучшить модели прогнозирования, но и создать более точную базу данных для дальнейшего анализа. Сюда также входит обучение персонала, работающего с системами, что позволяет обеспечить возможность эффективного использования всех преимуществ новых технологий.

Ключевым аспектом успешного внедрения прогнозирующих технологий является взаимодействие разных уровнях управления на борту судна. Эффективная коммуникация между техническим персоналом, операторами и

системами искусственного интеллекта обеспечивает быстрый перевод данных в практические решения. Это создает единую экосистему, в которой каждая часть работает на общее благо, снижая риски и увеличивая эффективность работы СЭУ.

Результаты исследования и их обсуждение.

Интеграция систем управления: преимущества и примеры.

Современные технологии в управлении судовыми энергетическими СЭУ стремительно развиваются, что делает интеграцию различных систем управления необходимым шагом для повышения эффективности и надежности морского транспорта [6]. Интеграция систем управления позволяет объединить различные аспекты работы судна в единое целое, минимизируя риски потерь и повышая оперативность реагирования на изменения в условиях эксплуатации. Использование ИИ в этой сфере открывает новые горизонты и предлагает немалые преимущества.

Во-первых, интеграция позволяет автоматизировать процессы мониторинга и контроля, что приводит к снижению нагрузки на экипаж. Вместо ручного управления большинством систем судно может принимать решения на основе данных от сенсоров и алгоритмов машинного обучения, что улучшает скорость реакции и снижает вероятность ошибок. Например, системы, основанные на ИИ, могут анализировать данные о состоянии двигателей, их производительности и условий эксплуатации в реальном времени, оптимизируя работу установок и снижая потребление топлива.

Во-вторых, интеграция позволяет улучшить прогнозирование и предотвращение неисправностей. Современные подходы, использующие технологии предиктивной аналитики, могут предсказывать возможные отказы на основании анализа больших объемов данных. На примере некоторых судов, оборудованных ИИ-системами, было продемонстрировано, что можно заранее выявлять потенциальные угрозы и проводить необходимые мероприятия до возникновения критических ситуаций.

Технология цифровых двойников, в рамках интеграции, также обеспечивает эффективное моделирование и управление СЭУ. Создание виртуальной модели реального судна с учетом всех его систем позволяет тестировать различные сценарии эксплуатации, выявлять узкие места и оптимизировать работу всех установок. Это позволяет не только улучшать текущие характеристики, но и разрабатывать более эффективные решения для будущих судов.

К примеру, на некоторых контейнерных судах уже активно используются интегрированные ИИ-решения, позволяющие одновременно контролировать энергозатраты, нагрузки на движитель и погодные условия. Рассмотрение всех переменных в одном интерфейсе разработки обеспечивает целостный подход к

управлению, что приводит к значительному снижению операционных затрат. В таких системах обрабатываются данные о расходе топлива, состоянии механизмов, а также внешние факторы, такие как текущие морские условия, что способствует максимизации энергоэффективности.

Интеграция также поддерживает концепцию «умного судна», где каждое устройство и система связаны между собой и могут обмениваться данными. Экипаж получает возможность управлять всеми аспектами работы судна через единый интерфейс, что не только упрощает процессы, но и делает их более эффективными и безопасными. В результате повышается уровень контроля, что в свою очередь минимизирует возможность человеческой ошибки и повышает операционную безопасность.

Примеры успешной интеграции уже демонстрируют высокие результаты. Навигационные системы, работающие на основе ИИ, могут в реальном времени изменять маршруты в зависимости от условий, что значительно снижает риски столкновений и инцидентов. Компании, которые приняли такие интегрированные решения, отмечают не только улучшение безопасности, но и снижение времени в пути, что приводит к экономии временных и финансовых ресурсов.

Оптимизация процессов за счет интеграции различных систем также открывает возможности для повышения устойчивости к изменениям в отрасли. Например, в условиях ужесточающегося контроля за выбросами определенные системы могут автоматизировать переход на альтернативные источники энергии или предоставлять рекомендации по их использованию. Эти аспекты становятся особенно актуальными на фоне глобального перехода к более экологически чистому судоходству.

Важно отметить, что интеграция систем управления основана на множестве факторов, таких как уровень готовности технологической инфраструктуры, стандартизация процессов и систем, а также подготовка и обучение экипажа. Необходимость комплексного подхода к подготовке специалистов, способных работать с новыми технологиями, становится важным элементом успешной реализации интеграционных процессов.

Вопросы кибербезопасности также не должны оставаться без внимания. Интеграция систем управления подразумевает значительное количество обмена данными, что в свою очередь открывает новые уязвимости. Устойчивые к киберугрозам решения должны быть внедрены одновременно с переходом на интегрированные системы, чтобы обеспечить безопасность как данных, так и самого судна.

Интеграция систем управления в контексте судовых энергетических установок с использованием искусственного интеллекта создает множество преимуществ, способствуя повышению эффективности, безопасности и

устойчивости морского транспорта. Ближайшие годы будут характеризоваться все более активным внедрением этих технологий, что открывает новые перспективы для развития всей отрасли судоходства.

Источники

1. Баёв, А.С. Интеллектуальная технология оптимизации движительных комплексов судов / Баёв А.С. // Судостроение. – 2020. – №1. – С.21-25.
2. Тихонов, Н. Ф. Анализ гребной электрической установки (ГЭУ) переменного, постоянного и двойного рода тока / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 145-148. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-272.
3. Баёв, А.С. Технологии искусственного интеллекта судовых энергетических установок: монография / А.С.Баёв - Beau Bassin: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. - 196 с. ISNB: 978-620-0-47653-1.
4. Тимофеев, В. Н. Модернизация систем наддувочного воздуха судовых дизелей / В. Н. Тимофеев, Н. Ф. Тихонов // Наука. Исследования. Практика: сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 23 февраля 2021 года. – Санкт-Петербург: ГНИИ «Нацразвитие», 2021. – С. 89-94.
5. Калинин, А. С. Интернет вещей. Принципы, технологии, перспективы развития / А. С. Калинин. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 2 (240). – С. 341-342. – URL: https://moluch.ru/archive/240/55473/ (дата обращения: 25.03.2025).
6. Тихонов, Н. Ф. Судовые тронковые дизели, анализ и совершенствование / Н. Ф. Тихонов, О. А. Надеждина, Е. Г. Шумихина // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 71-74. – DOI 10.18411/trnio-02-2023-250.

УДК 621.039.58:004.8

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Трибелев Алексей Александрович
НИЯУ МИФИ, г. Москва, Россия
AATribelev@mephi.ru

Аннотация. Обоснование безопасности АЭС является критически важной задачей и строится на риск-ориентированном подходе, включающем в себя вероятностный анализ безопасности (ВАБ). В связи с ограниченностью данных и потребностью в повышении эффективности инструментов математического моделирования, актуально применение AI для работы с большими данными и предиктивной оценки рисков. Данное исследование представляет собой систематический обзор применения AI для совершенствования ВАБ АЭС, выявляя перспективные подходы, проблемы внедрения и направления для будущих исследований.

Ключевые слова: вероятностный анализ безопасности, искусственный интеллект

ENHANCING THE RISK-INFORMED SAFETY MODEL OF NUCLEAR POWER PLANTS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY: A SYSTEMATIC REVIEW

Tribelev Alexey
MEPhI, Moscow, Russia
AATribelev@mephi.ru

Abstract. Nuclear power plant (NPP) safety justification is a critical task based on a risk-informed approach incorporating probabilistic safety assessment (PSA). Due to data limitations and the need for more efficient mathematical modeling tools, the application of AI for big data processing and predictive risk assessment is highly relevant. This study presents a systematic review of AI applications for improving NPP PSA, identifying promising approaches, implementation challenges, and directions for future research

Keywords: probabilistic safety assessment, artificial intelligence

Безопасность является приоритетной задачей реализации АЭС. Современное доказательство безопасного состояния АЭС строится через риск-ориентированный подход, включающий в себя ВАБ, позволяющем проводить количественную оценку рисков на безопасность. Учитывая потенциал AI для улучшения ключевых аспектов ВАБ, необходима систематическая оценка существующих подходов для выявления наиболее перспективных методов и определения областей, требующих дальнейших исследований для устранения фрагментарности исследований применения AI в заявленной области.

Для достижения поставленной цели, требуется решение следующих задач:

- Идентификация основных направлений применения AI;
- Оценка эффективности различных методов AI для решения конкретных задач;
- Анализ ограничений, связанных с применением AI в ВАБ АЭС;
- Определение перспективных направлений исследований для расширения применения AI в сфере безопасности АЭС.

В качестве метода исследования был выбран метод, описанный в [1] – систематическое картирование. Запросы исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Запросы исследований

ID	Запрос	Цель
RQ.1	Области применимости технологии AI в области АЭС	Выявление конкретные области деятельности связанных с ВАБ АЭС, где наиболее активно используются методы AI
RQ.2	Типология AI, применимого для решения задач в рамках ВАБ АЭС	Выявление спектра применяемых методов AI
RQ.3	Ограничения применения методов AI в ВАБ АЭС, отмеченные в существующих исследованиях	Выявление основных препятствий преодоления для успешного внедрения AI в практике ВАБ АЭС

В качестве источников были выбраны цифровая библиотека IEEE Xplore, Science Direct, Web of Science, Scopus. Для создания систематического обзора были отобраны статьи строго соответствующие запросу, содержание опыт практического применения AI в области ВАБ АЭС, представленный материал содержит количественную оценку, статьи не раньше 2018 года. Для категорийной оценки в рамках запроса RQ.3, применена критериальная схема: строгий анализ, case study, осуждение, практический опыт применения, эксперимент, моделирование.

В первоначальную подборку попало 321 источник. Под критерии конечной оценки попали источники [2-35]

Таблица 2. Результаты исследования

ID	Результаты
RQ.1	Области применения: обоснование безопасности переходных процессов, эксплуатация оборудования второго контура, обращения с ядерным топливом, проектирование первого контура, анализ тяжелых последствий рисков, например землетрясений
RQ.2	Технологии LLM, DNN, CNN, RNN, LSTM, GRU, BN, GN, SVM, DRL, Байесовский фильтр на основе суррогатной модели нейронной сети, EA, PINN, KBS, гибридные методы
RQ.3	Ограничения Недостаточное количество эксплуатационных и задокументированных данных, проблема «черного ящика», верификация и валидация, проблема аппроксимации базы знаний на неявные области, интерпретируемость моделей

Основываясь на результатах систематического обзора, можно сделать следующее предположение, что наиболее перспективными направлениями представляются:

- Разработка и внедрение генеративно-состязательных сетей (GAN) для решения задач, связанных с ограниченностью данных и моделированием редких, но потенциально опасных событий;
- Применение скрытых марковских моделей (HMM) для учета динамического поведения систем АЭС;
- Использование методов explainable artificial intelligence (XAI) для повышения прозрачности и интерпретируемости моделей AI;
- Разработка и применение Knowledge-Based Modeling (KBM) для интеграции знаний экспертов в модели AI, что позволит повысить их точность и надежность.

Источники

1. Petersen, K. Systematic mapping studies in software engineering / K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, M. Mattsson // 12th international conference on evaluation and assessment in software engineering. - 2008. - Vol. 17, No. 1. - p. 1–10.
2. Qi, B. Multimodal learning using large language models to improve transient identification of nuclear power plants / B. Qi, J. Sun, Z. Sui, X. Xiao, J. Liang // Progress in Nuclear Energy. – 2024. – Vol. 177, December.
3. Park, J. Verification strategy for artificial intelligence components in nuclear plant instrumentation and control systems / J. Park, T. Kim, S. Koo // Progress in Nuclear Energy. – 2023. – Vol. 164, October.
4. Ramos, A. Artificial intelligence and machine learning applications in the Spanish nuclear field / A. Ramos, A. Carrasco, J. Fontanet, [and other] // Nuclear Engineering and Design. – 2024. – Vol. 417, February.
5. Arhouni, F. E. Artificial intelligence-driven advances in nuclear technology: Exploring innovations, applications, and future prospects / F. E. Arhouni, M. A. Abdo, S. Ouakkas, [and other] // Annals of Nuclear Energy. – 2025. – Vol. 213, April.
6. Akins, A. ARTISANS—Artificial Intelligence for Simulation of Advanced Nuclear Systems for Nuclear Fission Technology / A. Akins, A. Furlong, L. Kohler, [and other] // Nuclear Engineering and Design. – 2024. – Vol. 423, July.
7. Tamascelli, N. Artificial Intelligence for safety and reliability: A descriptive, bibliometric and interpretative review on machine learning / N. Tamascelli, A. Campari, T. Parhizkar, N. Paltrinieri // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2024. – Vol. 90, August.
8. Mancini, M. Nuclear decommissioning risk management adopting a comprehensive artificial intelligence framework: An applied case in an Italian site / M. Mancini, C. Mariani, C. Manfredi // Progress in Nuclear Energy. – 2023. – Vol. 158, April.

9. Lye, A. Data-driven material property prediction using probabilistic AI for Nuclear safety / A. Lye, N. Prinja, E. Patelli // Global Young Scientists Summit. - Singapore, January 2024.

10. Addad, A. A. Deep learning for safety assessment of nuclear power reactors: Reliability, explainability, and research opportunities / A. A. Addad, M. A. Amidu, H. Ahmed // Progress in Nuclear Energy. – 2022. – Vol. 151.

11. Lu, C. Nuclear Power Plants With Artificial Intelligence in Industry 4.0 Era: Top-Level Design and Current Applications—A Systemic Review / C. Lu, J. Lyu, L. Zhang, [and other] // Engineering, Environmental Science, Computer Science. – 2020.

12. Paltrinieri, N. Learning about risk: Machine learning for risk assessment / N. Paltrinieri, L. Comfort, G. Reniers // Safety Science. – 2019. – Vol. 118, October. – pp. 475-486.

13. Gong, A. A review on methods and applications of artificial intelligence on Fault Detection and Diagnosis in nuclear power plants / A. Gong, Z. Qiao, X. Li, [and other] // Progress in Nuclear Energy. – 2024. – Vol. 177.

14. Huang, Q. A review of the application of artificial intelligence to nuclear reactors: Where we are and what's next / Q. Huang, S. Peng, J. Deng, [and other] // Heliyon. – 2023. – Vol. 9, Issue 3, March.

15. Ahmed, I. Integration of artificial intelligence within an advanced filtering framework for real-time system state estimation and risk prediction with application to a nuclear microreactor / I. Ahmed, A. Croci, F. Antonello, E. Zio // Nuclear Engineering and Technology. – 2025. – Vol. 57, Issue 5, May.

16. Lye, A. Data-driven material property prediction using probabilistic AI for Nuclear safety / A. Lye, N. Prinja, E. Patelli // Global Young Scientists Summit. - Singapore, January 2024.

17. Addad, A. A. Deep learning for safety assessment of nuclear power reactors: Reliability, explainability, and research opportunities / A. A. Addad, M. A. Amidu, H. Ahmed // Progress in Nuclear Energy. – 2022. – Vol. 151.

18. Lu, C. Nuclear Power Plants With Artificial Intelligence in Industry 4.0 Era: Top-Level Design and Current Applications—A Systemic Review / C. Lu, J. Lyu, L. Zhang, A. Gong, Y. Fan, J. Yan, X. Li // Engineering, Environmental Science, Computer Science. – 2020.

19. Paltrinieri, N. Learning about risk: Machine learning for risk assessment / N. Paltrinieri, L. Comfort, G. Reniers // Safety Science. – 2019. – Vol. 118, October. – pp. 475-486.

20. Gong, A. A review on methods and applications of artificial intelligence on Fault Detection and Diagnosis in nuclear power plants / A. Gong, Z. Qiao, X. Li, J. Lyu, X. Li // Progress in Nuclear Energy. – 2024. – Vol. 177.

21. Huang, Q. A review of the application of artificial intelligence to nuclear reactors: Where we are and what's next / Q. Huang, S. Peng, J. Deng, H. Zeng, Z. Zhang, Y. Liu, P. Yuan // Heliyon. – 2023. – Vol. 9, Issue 3, March.

22. Ahmed, I. Integration of artificial intelligence within an advanced filtering framework for real-time system state estimation and risk prediction with application to a

nuclear microreactor / I. Ahmed, A. Croci, F. Antonello, E. Zio // Nuclear Engineering and Technology. – 2025. – Vol. 57, Issue 5, May.

23. Ejigu, D. A. Application of artificial intelligence technologies and big data computing for nuclear power plants control: a review / D. A. Ejigu, Y. Tuo, X. Liu // Frontiers in nuclear engineering. – 2024. – Vol. 3.

24. Ejigu, D. A. Application of artificial intelligence technologies and big data computing for nuclear power plants control: a review / D. A. Ejigu, Y. Tuo, X. Liu // Front. Nucl. Eng. – 2024. – Vol. 3.

25. Bae, J. Current Progress in the Application of Artificial Intelligence for Nuclear Power Plant Operation / J. Bae, S. Lee // Korean Journal of Chemical Engineering. – 2024. – Vol. 41. – pp. 2851–2870.

26. Ejigu, D. A. Application of artificial intelligence technologies and big data computing for nuclear power plants control: a review / D. A. Ejigu, X. Liu // Frontiers in Nuclear Engineering. - 2024. - Vol. 3:15.

27. Jendoubi, C. A Survey of Artificial Intelligence Applications in Nuclear Power Plants / C. Jendoubi, A. Asad // IoT. – 2024. – Vol. 5(4). – pp. 666-691.

28. Lu, C. Nuclear Power Plants With Artificial Intelligence in Industry 4.0 Era: Top-Level Design and Current Applications – A Systemic Review / C. Lu, J. Lyu, L. Zhang, A. Gong, Y. Fan, J. Yan // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8.

29. Yavuz, C. The Application of Artificial Intelligence to Nuclear Power Plant Safety / C. Yavuz, S. Lüle // Artificial Intelligence for Knowledge Management, Energy, and Sustainability. – 2022. – pp. 117–127.

30. Gursel, E. Using artificial intelligence to detect human errors in nuclear power plants: A case in operation and maintenance / E. Gursel, B. Reddy, A. Khojandi, [and other] // Nuclear Engineering and Technology. – 2023. – Vol. 55, Issue 2, February. – pp. 603-622.

31. Antonello, F. Physics informed neural networks for surrogate modeling of accidental scenarios in nuclear power plants / F. Antonello, J. Buongiorno, E. Zio // Nuclear Engineering and Technology. – 2023. – Vol. 55, Issue 9, September. – pp. 3409-3416.

32. Núñez Mc Leod, J. E. Reliability Optimization of New Generation Nuclear Power Plants Using Artificial IntelligenceReliability Engineering and Computational Intelligence for Complex Systems / J. E. Núñez Mc Leod, S. S. Rivera. – 2023. – pp. 159–173.

33. Zhao, X. Bayesian Network–Based Fault Diagnostic System for Nuclear Power Plant Assets / X. Zhao, X. Wang, M. Golay // Nuclear Technology. – 2023. – Vol. 209.

34. Wang, Z. Seismic fragility analysis with artificial neural networks: Application to nuclear power plant equipment / Z. Wang, N. Pedroni, I. Zentner, E. Zio // Engineering Structures. – 2018. – Vol. 162, 1 May. – pp. 213-225.

35. Hai Nguyen, T. C. Using machine learning to forecast and assess the uncertainty in the response of a typical PWR undergoing a steam generator tube rupture accident / T. C. Hai Nguyen, A. Diab // Nuclear Engineering and Technology. – 2023. – Vol. 55, Issue 9, September. – pp. 3423-3440.

УДК 519.217:004.8

ГАУССОВСКИЕ МЕТОДЫ В ВЕРОЯТНОСТНЫХ МОДЕЛЯХ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Тюклина Анастасия Витальевна, Мехоношина Яна Андреевна, Будникова Иветта Константиновна
КГЭУ, г. Казань, Россия
mrs.tyuklina@yandex.ru, yanamekhonoshina@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена применению гауссовских методов в современных подходах к искусственному интеллекту (ИИ). Анализируются преимущества и ограничения гауссовских подходов в контексте технологий 3D Gaussian Splatting и задач одновременной локализации и построения карты (SLAM).

Ключевые слова: искусственный интеллект, гауссовские методы, 3D Gaussian Splatting, вероятностные модели, трёхмерная реконструкция.

GAUSSIAN METHODS IN PROBABILISTIC MACHINE LEARNING MODELS

Tyuklina Anastasia Vitalievna, Mekhonoshina Yana Andreevna, Budnikova Ivetta Konstantinovna
KSPEU, Kazan, Russia
mrs.tyuklina@yandex.ru, yanamekhonoshina@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the application of Gaussian methods in modern approaches to artificial intelligence (AI). The advantages and limitations of Gaussian approaches in the context of 3D Gaussian Splatting technologies and simultaneous localization and mapping (SLAM) problems are analyzed**.**

Keywords: artificial intelligence, Gaussian methods, 3D Gaussian Splatting, probabilistic models, three-dimensional reconstruction.

В современном мире искусственный интеллект (ИИ) является важным инструментом для развития различных сфер нашей жизни [1]. Он применяется в таких областях, как обработка сигналов, машинное обучение, компьютерное зрение и многих других.

В статье рассмотрены некоторые аспекты применения метода Гаусса. График гауссовой функции представляет собой характерную симметричную форму «колоколообразной кривой» (рис. 1). Результаты измерений имеют нормальное распределение, если они описываются функцией Гаусса.

Рис.1. Графическое представление функции плотности нормального распределения

Метод 3D Gaussian Splatting – это метод, основывающийся на функции распределения Гаусса [2, 3]. Основная идея метода заключается в том, чтобы представить каждую точку данных как «splat» (маленький эллипсоид), который накладывается на экран. Каждый «splat» моделируется как гауссово распределение, где центр соответствует точке данных, а ширина распределения определяется параметрами, такими как плотность точки или расстояние до камеры. Этот подход особенно полезен при работе с данными, представленными в виде облака точек, таких как данные от сканеров LIDAR или других методов захвата 3D информации.

Метод 3D Gaussian Splatting имеет хорошую масштабируемость и возможность работы с большими данными благодаря тому, что каждая точка обрабатывается независимо от других.

Рис.2. Пример применения 3D Gaussian Splatting [2]

Метод широко применяется в медицинской визуализации, а также в системах виртуальной реальности и дополненной реальности, где требуется быстрая обработка больших объемов данных

Метод SLAM (Sequential Local Approximation Methods) относится к классу методов последовательной локальной аппроксимации, используемых

для анализа сложных статистических моделей [4]. Метод SLAM использует гауссианы в качестве 3D представления для эффективного определения местоположения и картографирования. Задача метода SLAM – создать карту неизвестной среды и определить местоположение устройства на этой карте в реальном времени. Метод используется в различных приложениях, включая навигацию роботов, дополненную реальность и автономные транспортные средства, путем создания детальной карты и окружающих объектов [5].

Рис. 3. Беспилотный комплекс для обследования SLAM методом [5]

Таким образом, гауссовские методы являются важным инструментом в задачах искусственного интеллекта, в частности в машинном обучениии, компьютерном зрении и других вероятностных моделя AI.

Источники

1. Будникова И.К., Матвеев М.Г. Динамика развития рынка технологий искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2022. № 1 (27). С. 92– 95.

2. Обзор решений на основе 3D Gaussian Splatting. [Электронный ресурс] https://habr.com/ru/articles/786064/ (дата обращения: 12.03.2025).

3. Гауссовские процессы в машинном обучении [Электронный ресурс] https://Gaussian Processes in Machine Learning - GeeksforGeeks (дата обращения: 12.03.2025).

4. Антонов А.Р. Основы вероятностного метода SLAM в робототехнике / Современная электронника № 5 2018. № 5. С. 1-27.

5. Методы SLAM для промышленных БПЛА [Электронный ресурс] https://aeromotus.ru/metody-slam-dlya-bpla/ (дата обращения: 12.03.2025).

УДК 004.8:316.77:004.056

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ: АНАЛИЗ НАСТРОЕНИЙ И БОРЬБА С ДЕЗИНФОРМАЦИЕЙ

Тюклина Анастасия Витальевна, Пырнова Ольга Александровна
КГЭУ, г. Казань, Россия
mrs.tyuklina@yandex.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается роль искусственного интеллекта (ИИ) в социальных сетях как инструмента анализа настроений и противодействия распространению дезинформации. Опираясь на данные российских источников за 2024 – 2025 годы, исследование раскрывает механизмы работы ИИ, включая обработку естественного языка и машинное обучение, а также его применение для мониторинга общественного мнения и выявления манипулятивного контента. Особое внимание уделено масштабам дезинформации в российском цифровом пространстве, её последствиям, а также ограничениям современных алгоритмических систем.

Ключевые слова: искусственный интеллект, социальные сети, анализ настроений, дезинформация, обработка естественного языка, машинное обучение, общественное мнение, фейковые новости.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SOCIAL NETWORKS: ANALYZING SENTIMENT AND COMBATING MISINFORMATION

Tyuklina Anastasia Vitalievna, Pyrnova Olga Aleksandrovna
KSPEU, Kazan, Russia
mrs.tyuklina@yandex.ru, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract: This article examines the role of artificial intelligence (AI) in social media as a tool for sentiment analysis and countering the spread of disinformation. Based on data from Russian sources for 2024–2025, the study reveals the mechanisms of AI, including natural language processing and machine learning, as well as its application to monitoring public opinion and identifying manipulative content. Particular attention is paid to the scale of disinformation in the Russian digital space, its consequences, and the limitations of modern algorithmic systems.

Key words: artificial intelligence, social media, sentiment analysis, disinformation, natural language processing, machine learning, public opinion, fake news.

Социальные сети в современном мире играют ключевую роль как платформа для цифровой коммуникации, обмена информацией и формирования общественного мнения. Согласно данным Brand Analytics за октябрь 2024 года,

активная аудитория социальных сетей в России достигла 74,9 млн человек, что составляет более половины населения страны [1]. Однако параллельно с ростом популярности платформ наблюдается увеличение объёмов дезинформации, а также эмоционально заряженного контента, способного искажать восприятие событий. В условиях цифровизации искусственный интеллект (ИИ) приобретает особую значимость как инструмент автоматизированного анализа настроений и противодействия распространению ложной информации.

Анализ тональности (sentiment analysis) представляет собой автоматизированный процесс классификации текстовых данных на основе их эмоциональной окраски (позитивной, негативной или нейтральной). Данная технология позволяет осуществлять мониторинг общественных реакций на различные события в режиме реального времени. В условиях высокой динамики соцсетей, где ежедневно генерируются миллиарды сообщений, применение ИИ становится критически важным. Так, по данным Brand Analytics, в октябре 2024 года российские пользователи создали 1,815 млрд публичных постов, что свидетельствует о необходимости масштабируемых решений для обработки больших данных [1].

ИИ в данном контексте опирается на методы обработки естественного языка (NLP) и машинного обучения. Алгоритмы классифицируют тексты, анализируя ключевые слова и контекст. В России подобные технологии активно внедряются крупными платформами. Например, с 2024 года социальная сеть «ВКонтакте» (ежемесячная аудитория – 88,1 млн активных пользователей [2]) использует ИИ для оценки реакции аудитории на новые функции и рекламные кампании. Аналогично, в Telegram, где русскоязычная аудитория за 2024 год выросла на 72 %, применяются алгоритмы для мониторинга эмоционального фона в публичных каналах [3, 4].

Дезинформация, определяемая как намеренно ложная или искажённая информация, распространяемая с целью манипуляции общественным мнением, представляет серьезную угрозу цифровой экосистеме [4]. В российском сегменте интернета её масштабы распространения особенно заметны в периоды значимых социально-политических событий. Например, в 2024 году Telegram столкнулся с ростом спам-контента, который составил 42 % от общего объёма публикаций [4]. Последствия дезинформации включают поляризацию общества и утрату доверия к медиа, что подтверждается исследованиями [5], где отмечается рост скептицизма среди пользователей интернета.

Для противодействия этим рискам используются алгоритмы ИИ, обеспечивающие: автоматизированную верификацию источников; выявление паттернов распространения ложного контента и детекцию синтетического контента, например такого, как deepfake [6]. В 2023 году Роскомнадзор анонсировал планы по внедрению ИИ для автоматического обнаружения

фейковых новостех, включая дипфейки и манипулятивные тексты, с перспективой реализации в 2025–2028 годах [7]. Практические результаты уже демонстрируют эффективность: так, в 2024 году «ВКонтакте» сократила количество жалоб на дезинформацию на 15 % благодаря усовершенствованной ИИ-модерации [2]. Однако сохраняются и ограничения ИИ, включая высокий уровень ложных срабатываний, сложности с распознаванием контекста, особенно в многоязычных или саркастических текстах, а также зависимость от языковой специфики, что требует дальнейшего совершенствования алгоритмов.

Перспективы развития ИИ в социальных сетях связаны с ростом объёма данных и усложнением задач. По прогнозам аналитиков, в 2025 году более 5,2 млрд человек будут ежедневно взаимодействовать с соцсетями, что усилит потребность в автоматизированных решениях [8]. В России ожидается адаптация ИИ под локальные платформы, такие как «ВКонтакте», «Дзен» и Rutube, чья аудитория выросла на 37 % в 2024 году [4]. Персонализация контента станет ключевым направлением: алгоритмы будут точнее подстраиваться под интересы пользователей, основываясь на анализе их поведения и настроений.

Сотрудничество между разработчиками ИИ, платформами и пользователями также будет играть важную роль. Например, в 2024 году «Дзен» запустил инициативу по сбору обратной связи от авторов для улучшения рекомендаций, что увеличило число публикуемых роликов на 43 % [2]. Однако успех таких технологий зависит от решения этических вопросов, таких как защита данных и предотвращение цензуры.

Искусственный интеллект становится неотъемлемой частью экосистемы социальных сетей, обеспечивая анализ настроений и борьбу с дезинформацией. В России эти технологии уже демонстрируют эффективность, помогая платформам справляться с растущим объёмом контента и защищать пользователей от дезинформации. Тем не менее, ограничения ИИ, такие как недостаточная точность в сложных контекстах, подчёркивают необходимость дальнейших исследований и доработки. Осознанное использование ИИ, основанное на балансе между инновациями и этическими принципами, остаётся ключевым условием для его успешной интеграции.

Источники

1. Черный В. Социальные сети в России: цифры и тренды, осень 2024 / Черный В. [Электронный ресурс] // Brand Analytics Forum 2025: [сайт]. – URL: https://brandanalytics.ru/blog/social-media-russia-autumn-2024?ysclid=m8ofotm347599063832 (дата обращения: 25.03.2025).

2. Социальные сети 2025: 7 трендов в SMM на будущий год / [Электронный ресурс] // Sostav: [сайт]. – URL: https://www.sostav.ru/publication/sotsialnye-seti-2025-72094.html (дата обращения: 25.03.2025).

3. Ламинина О. Г., Грязюк А. Е., Недорезова К. Д. Информационно-аналитические технологии противодействия дезинформации на примере социальных сетей // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 6. – С. 48-51.

4. Кремнев И. Социальные сети в России: рост на 16% и ключевые платформы в 2024 году / Кремнев И. [Электронный ресурс] // РБК Тренды: [сайт]. – URL: https://trends.rbc.ru/trends/social/67360b899a7947c0e0b72feb (дата обращения: 25.03.2025).

5. Аудитория пользователей интернета, социальных сетей, мессенджеров и VPN-сервисов / [Электронный ресурс] // Левада-Центр. Аналитический центр Юрия Левады: [сайт]. – URL: https://www.levada.ru/2024/04/23/auditoriya-polzovatelej-interneta-sotsialnyh-setej-messendzherov-i-vpn-servisov/ (дата обращения: 25.03.2025).

6. Юсупова, Р. И. Нейросетевые системы обнаружения атак в информационной среде / Р. И. Юсупова, Р. С. Зарипова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения : Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 10–11 апреля 2024 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 1419-1422.

7. Гуреева Ю. Роскомнадзор использует искусственный интеллект в борьбе с интернет-фейками / Гуреева Ю. [Электронный ресурс] // Специальный проект Digital: [сайт]. – URL: https://rg.ru/2023/04/24/roskomnadzor-ispolzuet-iskusstvennyj-intellekt-v-borbe-s-internet-fejkami.html (дата обращения: 25.03.2025).

8. Погорелая Ю. Тренды в соцсетях в 2025 году / Ю. Погорелая [Электронный ресурс] // KeyCRM: [сайт]. – URL: https://blog.keycrm.app/15-trendov-v-socsetyah-kotorye-sleduet-uchityvat-v-2025-godu/ (дата обращения: 24.03.2025).

УДК 004.89

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АУГМЕНТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХ ДАННЫХ ДЛЯ МЕТОДА ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ

Ульянов Даниил Михайлович, Осанов Владимир Андреевич
ФГБОУ ВО «ПГУТИ», г. Самара, Россия
bastarsy@gmail.com

Аннотация. В работе проводится комплексное исследование влияния текстовой аугментации на эффективность метода опорных векторов (support vector machine, SVC) для задач классификации текста. Рассматриваются три метода аугментации: удаление неключевых слов, добавление семантически близких слов и замена синонимами. Экспериментальная часть включает сравнение качества классификации по метрикам accuracy, F1-score, а также анализ вычислительных затрат и оценку роста размерности признакового пространства на различных объемах данных.

Ключевые слова: обработка естественного языка, классификация текста, текстовая аугментация, машинное обучение, метод опорных векторов.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF TRAINING DATA AUGMENTATION FOR SUPPORT VECTOR MEANS

Ulyanov Daniil Mikhailovich, Osanov Vladimir Andreevich
PSUTI, Samara, Russia
bastarsy@gmail.com

Abstract. The paper presents a comprehensive study of the influence of text augmentation on the efficiency of the support vector machine (SVC) for text classification tasks. Three augmentation methods are considered: removing non-keywords, adding semantically close words, and replacing with synonyms. The experimental part includes a comparison of the classification quality by the accuracy and F1-score metrics, as well as an analysis of computational costs and an assessment of the growth of the feature space dimension on different data volumes.

Keywords: natural language processing, text classification, text augmentation, machine learning, support vector machine.

В задачах обработки текстовых данных метод опорных векторов (англ. support vector machine, SVC) остается одним из наиболее популярных алгоритмов машинного обучения благодаря своей надежности и хорошей обобщающей способности. Однако его эффективность может снижаться при работе с большими объемами обучающих данных. В таких случаях применяют

аугментацию текста – искусственное увеличение выборки за счет различных преобразований. В условиях недостатка размеченных данных применение аугментации становится стратегическим решением, позволяющим повысить устойчивость и адаптивность модели к разнообразным текстовым входам.

В данной работе исследуется степень влияния трех методов текстовой аугментации (удаление неключевых слов, добавление семантически близких слов и замена синонимами) на производительность SVC модели. Особое внимание уделяется анализу компромисса между улучшением качества классификации и ростом вычислительных затрат.

Основная идея SVM заключается в поиске гиперплоскости, которая максимально разделяет классы данных в многомерном пространстве [1]. В двухмерном пространстве гиперплоскость представляет собой линию, которая делит плоскость на две части, где находятся разные классы. В более высоких измерениях эта гиперплоскость становится многомерной. SVM стремится найти такую гиперплоскость, которая не только разделяет классы, но и делает это с максимальным зазором между ближайшими точками данных (опорными векторами) каждого класса. Чем больше этот зазор, тем лучше модель обобщает данные. Опорные векторы – это те точки данных, которые находятся ближе всего к гиперплоскости. Они играют ключевую роль в определении положения гиперплоскости.

Текстовая аугментация включает в себя различные техники, такие как перефразирование, синонимизация, добавление шумов и изменение структуры предложений, что позволяет значительно расширить обучающие наборы данных [2–3].

План исследования включает анализ процесса и результата классификации текста посредством двух SVC моделей с RBF-ядром, которые обучались на двух разных дампах. В первом случае был использован исходный дамп без изменений из открытого источника, во втором – обработанный методами аугментации. Размерность дампов (N) изменялась от 10 000 до 150 000 примеров.

Из всех возможных методов аугментации текстовых данных для обработки были выбраны три широко популярных:

1. Удаление слов – случайное удаление стоп-слов с вероятностью 20%.
2. Добавление слов – вставка семантически близких терминов.
3. Замена синонимами – использование тезауруса WordNet.

Работа с SVC моделями проводилась на вычислительном устройстве со следующими характеристиками:

- процессор: Intel Core i3-1115G4;
- количество ядер: 2;
- количество потоков: 4;

- память: 8 ГБ DDR4 3700 МГц.

Максимальное качество (test_score = 0.8847) достигнуто с аугментацией при N = 70 000 (рис. 1). Без аугментации пиковое значение составляет 0.8826 при том же объеме данных. На малых выборках, при 10 000 ~ 40 000, аугментация дает прирост до 2.5%.

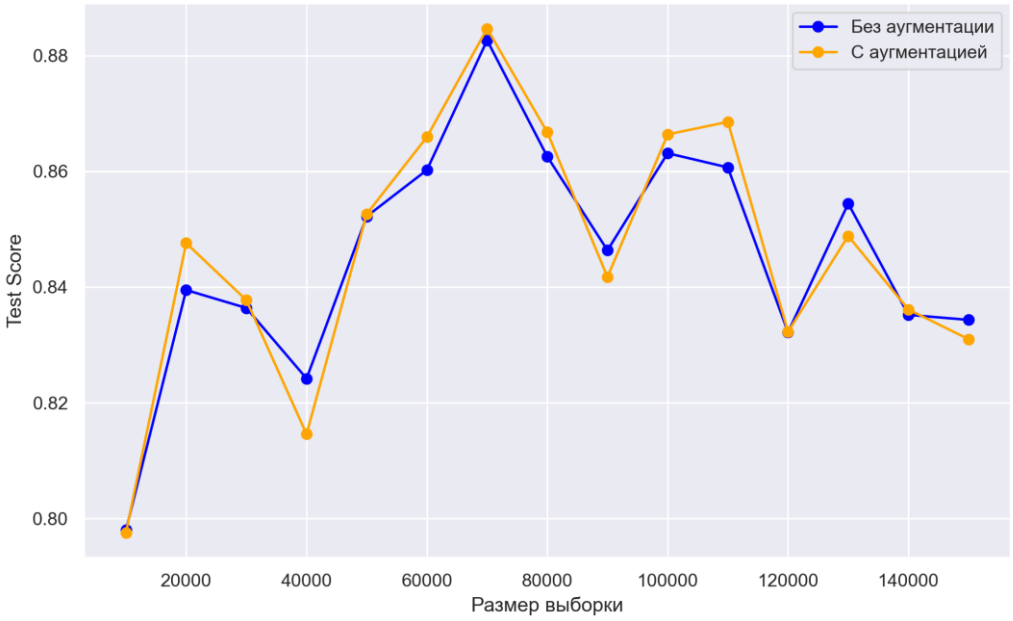


Рис. 1. Сравнение качества модели на тестовых данных

Аугментация увеличивает среднее потребление RAM (англ. Random Access Memory – рус. оперативная память) на 25–35% (рис. 2). Пиковое потребление памяти достигает 1.25 ГБ против 0.95 ГБ без аугментации. Загрузка CPU (англ. Central Processing Unit – рус. центральный процессор) остается стабильной (~25%) в обоих случаях (рис. 3).

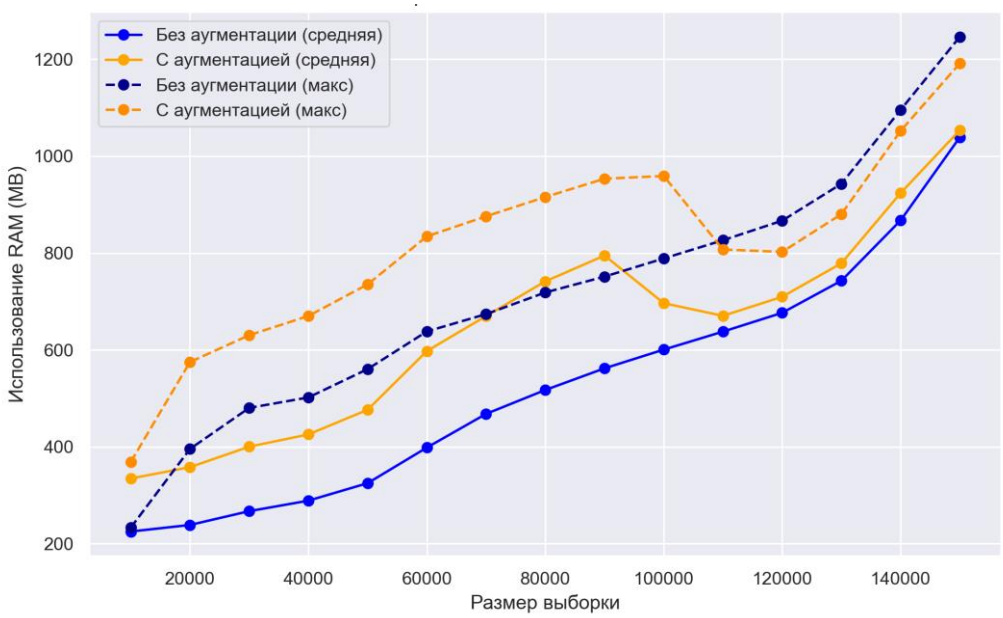


Рис. 2. Сравнение использования оперативной памяти

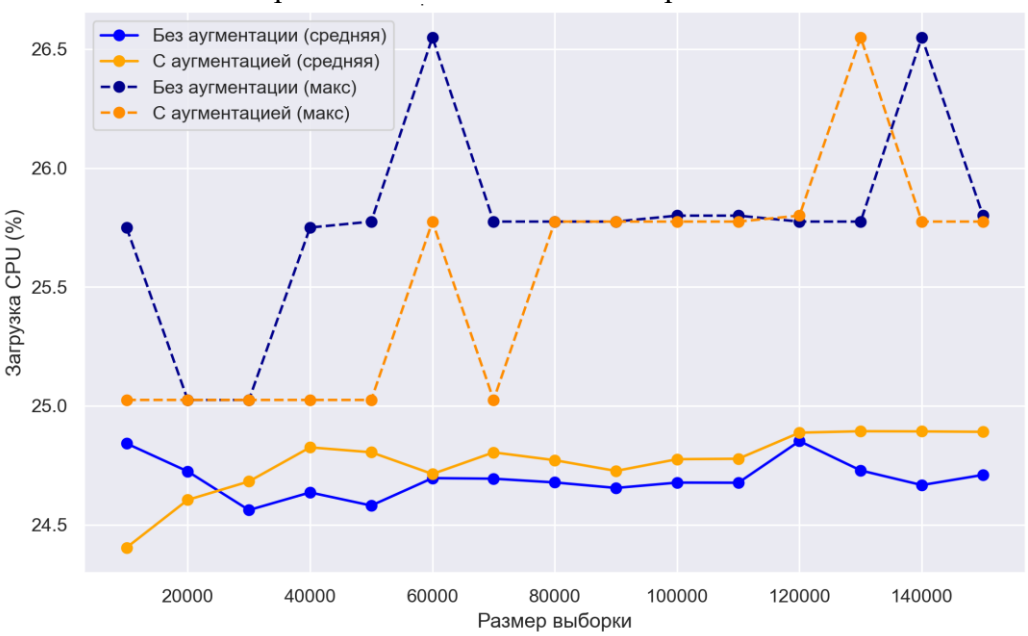


Рис. 3. Сравнение загрузки процессора

Аугментация увеличивает размерность задачи на 10-15% при N = 150 000: 309 признаков против 297 без аугментации (рис. 4).

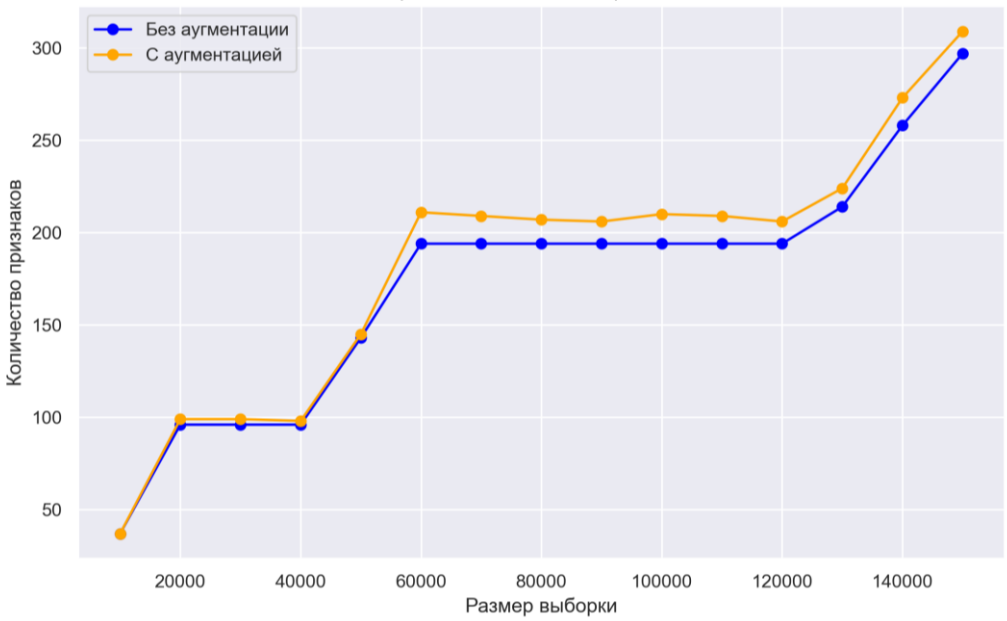


Рис. 4. Сравнение количества признаков

Проведенное комплексное исследование комбинированной текстовой аугментации (одновременное применение удаления слов, добавления семантически близких терминов и замены синонимами) для SVC-моделей выявило несколько ключевых закономерностей.

Наиболее значимый эффект от аугментации наблюдается в диапазоне средних объемов данных (20 000 ~ 80 000 примеров), где комбинированный

подход обеспечивает прирост точности классификации до 2.8% по сравнению с исходными данными. Этот результат достигается благодаря синергетическому эффекту от сочетания различных методов преобразования, которые в совокупности повышают разнообразие обучающей выборки, сохраняя при этом семантическую целостность текстов.

Однако исследование также показало, что при увеличении объема данных, свыше 100 000 примеров, преимущества комбинированной аугментации существенно снижаются (прирост точности не превышает 0.7–1.2%), в то время как вычислительные затраты остаются значительными. В частности, отмечается увеличение потребления оперативной памяти на 30–40% и рост размерности задачи на 12–18% по сравнению с базовым подходом без аугментации. При этом нагрузка на процессор остается практически неизменной, что свидетельствует об эффективной реализации методов векторизации текста.

Полученные результаты позволяют рекомендовать комбинированный подход к аугментации текстовых данных для SVC-моделей преимущественно в случаях работы с ограниченными и средними по объему выборками, где он демонстрирует наилучшее соотношение качества классификации и вычислительных затрат. Для больших массивов данных целесообразность применения столь ресурсоемких методов преобразований требует дополнительной оценки в каждом конкретном случае, учитывая как требования к точности, так и доступные аппаратные ресурсы.

Источники

1. Cortes C., Vapnik V. Support-vector networks // Machine Learning. 1995. Vol. 20, no. 3. P. 273-297.

2. Wei J., Zou K. EDA: Easy Data Augmentation techniques for boosting performance on text classification tasks // Empirical Methods in Natural Language Processing: proceedings of the conference. Hong Kong, 2019. P. 6382-6388.

3. Chawla N. V., Bowyer K. W. SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique // Journal of Artificial Intelligence Research. 2002. Vol. 16. P. 321-357.

УДК 004.02

МЕТОДЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАНИЙ В СИСТЕМАХ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Фаткуллина Лиана Фаилевна, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
l.fatkullina@bk.ru, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены методы распределения заданий по исполнителям в системах организационного управления. Дана формальная постановка задачи распределения заданий. Введены категории и подкатегории для классификации методов распределения заданий: тип неопределенности (детерминированные условия, рисковые сценарии, неопределенность, конфликт интересов, динамическая неопределенность, комбинированная неопределенность), степень структурированности задачи (полностью структурированные, частично структурированные, слабо структурированные, многоагентные, динамические, гибридные) и источник информации (количественные данные, статистические данные, экспертные оценки, интерактивные данные, оперативные данные, гетерогенные данные). По каждой категории представлены примеры методов распределения заданий.

Ключевые слова: распределение заданий, системы организационного управления, неопределенность, источник информации, структурированность задачи.

METHODS OF DISTRIBUTING TASKS IN ORGANIZATIONAL MANAGEMENT SYSTEMS

Fatkullina Liana Failevna, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
l.fatkullina@bk.ru, Kat_726@mail.ru

Abstract. The article considers methods of distributing tasks among performers in organizational management systems. A formal statement of the task distribution problem is given. Categories and subcategories are introduced for classifying task distribution methods: type of uncertainty (deterministic conditions, risk scenarios, uncertainty, conflict of interests, dynamic uncertainty, combined uncertainty), degree of task structuring (fully structured, partially structured, weakly structured, multi-agent, dynamic, hybrid) and information source (quantitative data, statistical data, expert assessments, interactive data, operational data, heterogeneous data). Examples of task distribution methods are presented for each category.

Keywords: distribution of tasks, organizational management systems, uncertainty, source of information, task structuring.

В настоящее время многие предприятия и организации сталкиваются с необходимостью эффективного распределения заданий среди сотрудников с учетом множества критериев [1-3]. Это является ключевым фактором повышения производительности, минимизации издержек и обеспечения своевременного выполнения задач. В статье представлены основные методы распределения заданий в системах организационного управления [4-6].

Для более детального рассмотрения методов распределения заданий, исключая аспекты бизнес-процессов и связанные с ними методы планирования и распределения заданий, сформулируем поставку задачи [7].

Пусть $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_n\}$ – множество заданий объемом n,

$E = \{e_1, e_2, \ldots, e_m\}$ – множество исполнителей в количестве m,

c_{ij} – стоимость (время, затраты) выполнения задания t_i исполнителем e_j,

x_{ij} – переменная для указания фактического выполнения i-го задания j-м исполнителем и принимающая значение 1, если задание t_i выполняет исполнитель e_j, в противном случае 0.

Ограничения:

- каждое задание должно быть выполнено ровно одним исполнителем:

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = 1 \text{ для всех } i;$$

- каждый исполнитель может выполнять не более определенного количества заданий:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \leq k_j \text{ для всех } j,$$

где k_j – максимальное количество заданий для исполнителя e_j.

Необходимо минимизировать общую стоимость выполнения всех заданий:

$$\min Z = \sum_{i}^{n} \sum_{i}^{m} c_{ij} * x_{ij.}$$

Для решения этой задачи необходимо подобрать оптимальные методы. Рассмотрим существующие методы решения таких задач [8-12] и проведем их классификацию. Для более структурного представления о существующих методах введем следующие категории и подкатегории.

Категория «Тип неопределенности» показывает уровень информированности о параметрах задачи и ее исходах. Она разделяется на следующие подкатегории:

- *детерминированные условия* (все параметры задачи известны);
- *рисковые сценарии* (наличие вероятностных оценок);
- *неопределенность* (отсутствуют данные о параметрах и их распределении);
- *конфликт интересов* (при взаимодействии агентов);
- *динамическая неопределенность* (временная изменчивость параметров);
- *комбинированная неопределенность* (несколько типов нестабильности).

Категория «Степень структурированности задачи» отражает возможность формального описание задания и включает в себя следующие подкатегории:

- *полностью структурированные* (формализуемые);
- *частично структурированные* (слабо формализуемые);
- *слабо структурированные* (трудно формализуемые);
- *многоагентные* (требуют учета взаимодействия участников);
- *динамические* (адаптируемые к изменениям во времени);
- *гибридные* (элементы различных уровней структурированности).

Категория «Источник информации» отображает природу полученных и используемых данных. Подкатегории:

- *количественные данные* (числовые показатели);
- *статистические данные* (вероятностные распределения);
- *экспертные оценки* (качественные суждения);
- *интерактивные данные* (информация от стейкхолдеров);
- *оперативные данные* (потоковая информация в реальном времени);
- *гетерогенные* (количественные, качественные и экспертные источники).

В таблице 1 приведена классификация методов принятия решений [13-18] для распределения заданий.

Табл. 1. Классификация методов принятия решений для распределения заданий

Тип неопределенности	Степень структурированности задачи	Источник информации	Примеры методов
Отсутствие неопределенности	Полностью структурированные	Количественные данные	Линейное программирование. Метод ветвей и границ. Метод доминирования. Метод глобальных критериев.
Риск (вероятностная неопределенность)	Частично структурированные	Статистические данные	Методы теории вероятностей. Деревья решений. Методы Монте-Карло.
Неопределенность (нет вероятностей)	Слабо структурированные	Экспертные оценки, качественные данные	Метод анализа иерархий. Метод сценариев. Методы нечетких множеств.
Конфликт интересов	Многоагентные системы	Информация от участников процесса	Теория игр. Методы согласования интересов. Методы голосования.
Динамическая неопределенность	Динамические системы	Данные в реальном времени	Методы адаптивного управления. Методы прогнозирования. Методы оптимизации в реальном времени.
Комбинированная неопределенность	Смешанные задачи	Разнородные данные	Метод DEMATEL. Метод ANP. Метод Fuzzy TOPSIS.

Предложенная классификация основана на многоаспектном подходе, который обеспечивает возможность выбора наиболее рациональных методов принятия решений [19, 20], адаптированных к конкретным условиям. Для оптимизации результатов требуется комплексный анализ, который также будет учитывать технические и человеческие факторы. Такой сбалансированный подход объективными параметрами и субъективными условиями позволит минимизировать риски и повысить устойчивость управленческих решений в динамично изменяющейся среде.

Источники

1. Кривобоков В.А., Макунева А.А. Использование модели нечеткого логического вывода при распределении водителей // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 12-1. С. 84-88.

2. Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Система поддержки принятия решений по распределению заданий по ведению реестра операторов персональных данных на основе нечетко-продукционной модели // Кибернетика и программирование. 2016. № 6. С. 96-114.

3. Чернышев Н.А., Бочкарев С.В. Распределение задач внутри компании на основе оценки нейронных моделей сотрудников // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. 2022. Т. 1. С. 78-81.

4. Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нечетко-продукционная модель и программный комплекс распределения заданий в системах электронного документооборота // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2016. № 3 (31). С. 27-47.

5. Зырянов М.Г., Подколзин В.В. Автоматизация распределения заданий с использованием методов приближенного сравнения строк // Modern Science. 2019. № 5-3. С. 249-252.

6. Мосина М.А. Исследование методов распределения нагрузки на основе муравьиного алгоритма // Процессы управления и устойчивость. 2024. Т. 11. № 1. С. 218-225.

7. Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Распределение заданий по ведению реестра операторов персональных данных в единой информационной системе Роскомнадзора на основе нечетких методов принятия решений // Информация и безопасность. 2016. Т. 19. № 4. С. 575-578.

8. Талипов Н.Г., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Методы многокритериального принятия решений по распределению заданий в автоматизированной системе электронного документооборота территориального органа Роскомнадзора // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19. № 12. С. 147-152.

9. Талипов Н.Г., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Методы построения и оценки нечётко-продукционной модели распределения заданий в системе

электронного документооборота Роскомнадзора // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 2. С. 100-106.

10. Кильдеева С.С., Катасёв А.С., Талипов Н.Г. Модели и методы прогнозирования и распределения заданий по исполнителям в системах электронного документооборота // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 79-85.

11. Обухов А.Д. Автоматизация распределения информации в адаптивных системах электронного документооборота с применением машинного обучения // Advanced Engineering Research. 2020. Т. 20. № 4. С. 430-436.

12. Ризванов Д.А. Методологические основы поддержки принятия решений при управлении ресурсами в сложных системах // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2019. № 21(4). С. 200-207.

13. Пырнова О.А., Загидуллин Т.М. Исследование решения транспортных задач по критерию времени // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 115-118.

14. Пырнова О.А., Катасёв А.С. Построение и оценка эффективности модели дерева решений для прогнозирования успеваемости обучающихся // Инженерный вестник Дона. 2024. № 4 (112). С. 578-584.

15. Петросянц Д.Г., Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Технология сбора исходных данных для построения моделей оценки функционального состояния человека по зрачковой реакции на изменение освещенности в решении отдельных задач обеспечения транспортной безопасности // Компьютерные исследования и моделирование. 2021. Т. 13. № 2. С. 417-427.

16. Шамхалова Э.А., Османова М.М. Порядок применения экспертных методов принятия решения // Индустриальная экономика. 2022. № 3-3. С. 268-273.

17. Майорова Е.С., Зарипова Р.С. Решение задачи переноса стиля на изображения с использованием нейронных сетей // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 228-230.

18. Гараев И.А., Зарипова Р.С. Автоматизация процесса решения экономических и математических задач методом Крамера // Наука Красноярья. 2021. Т. 10. № 3-3. С. 55-59.

19. Нужина И.П., Цибульникова В.Ю., Гордиенко А.В. Анализ существующих рациональных методов принятия решений инвесторами на финансовых рынках // Финансовый бизнес. 2024. № 5 (251). С. 227-231.

20. Воробьёва Ю.Н., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нейросетевая модель выявления DDoS-атак // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 94-98.

УДК 004.032.26; 621.391.82

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Фатыхов Ильмир Дамирович, Гизатуллин Зиннур Марселевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
bkvbh_af@mail.ru

Аннотация. В работе предложен подход моделирования побочного электромагнитного излучения от электронных систем с помощью искусственной нейронной сети. Рассматриваются основные этапы разработки и обучения модели, включая выбор структуры нейронной сети и подготовку данных для её обучения. Описаны основные параметры и характеристики побочного электромагнитного излучения, которые будут использоваться для обучения нейронной сети. Работа открывает перспективы для дальнейших исследований и разработки эффективных методов прогнозирования электромагнитного излучения с помощью машинного обучения.

Ключевые слова: моделирование, побочное электромагнитное излучение, искусственная нейронная сеть, электронная система.

MODELING ELECTROMAGNETIC RADIATION FROM ELECTRONIC DEVICES USING A NEURAL NETWORK

Fatykhov I.D., Gizatullin Z.M.
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
bkvbh_af@mail.ru

Abstract. An approach to modeling side electromagnetic radiation from electronic systems using an artificial neural network the paper proposes. The main stages of model development and training are considered, including the choice of the neural network structure and the preparation of data for its training. The main parameters and characteristics of side electromagnetic radiation that will be used to train the neural network are described. The work opens up prospects for further research and the development of effective methods for predicting electromagnetic radiation using machine learning.

Keywords: modeling, side electromagnetic radiation, artificial neural network, electronic system.

С развитием технологий и увеличением быстродействия электронных систем (ЭС) проблема побочного электромагнитного излучения становится все более актуальной. Электромагнитное излучение (ЭМИ) является важным фактором в области экологии, защиты данных и электромагнитной

совместимости (ЭМС). Нарушение ЭМС может привести к серьезным последствиям, включая ухудшение работы оборудования и угрозы безопасности, что подчеркивает важность эффективного прогнозирования уровня ЭМИ [1].

В настоящее время существуют различные методы моделирования и прогнозирования электромагнитного излучения [2, 3], однако с появлением методов машинного обучения, а в частности искусственных нейронных сетей, открылись новые возможности исследований. Искусственные нейронные сети – это математические модели, которые имитируют работу нейронов в человеческом мозге. Эти сети состоят из множества взаимосвязанных элементов, называемых нейронами, которые обрабатывают входные данные и генерируют выходные на основе обучающих алгоритмов [4]. Благодаря своей способности выявлять сложные зависимости и адаптироваться к изменяющимся данным, нейронные сети могут достигать высокой точности прогнозирования и эффективно решать задачи, связанные с ЭМИ [2].

Цель данной работы – разработать модель искусственной нейронной сети, предназначенную для моделирования побочного электромагнитного излучения.

Практическая значимость исследования заключается в создании инструмента, который может быть применим для анализа и прогнозирования ЭМИ от электронных систем, что имеет значение для обеспечения безопасности, соблюдения нормативных стандартов.

Для успешного решения задачи необходимо выполнить следующие этапы:

Сбор и предварительная обработка данных – сбор информации о различных типах ЭС и их характеристиках, включая данные о частотах, мощности, конструктивных особенностях и условиях эксплуатации. Эти данные должны быть очищены, нормализованы и подготовлены для подачи в нейронную сеть.

Выбор архитектуры нейронной сети – определение типа и структуры нейронной сети, подходящей для решения задачи прогнозирования. Важным аспектом является выбор алгоритма обучения и функции потерь, которые обеспечат наилучший результат на тестовых данных.

Обучение нейронной сети – процесс обучения модели на подготовленных данных с использованием различных методов машинного обучения. На этом этапе будет проведена настройка параметров сети для минимизации ошибки прогнозирования.

Исходными данными для прогнозирования ЭМИ являются количество устройств, рабочая частота, положение антенны.

Результирующими данными будут напряженность электрического поля E (мкВ/м), создаваемого электромагнитным излучением от ЭС (рис. 1) [2].

Искусственная нейронная сеть (ИНС) представляет собой модель, которая состоит из множества нейронов, связанных между собой [4].

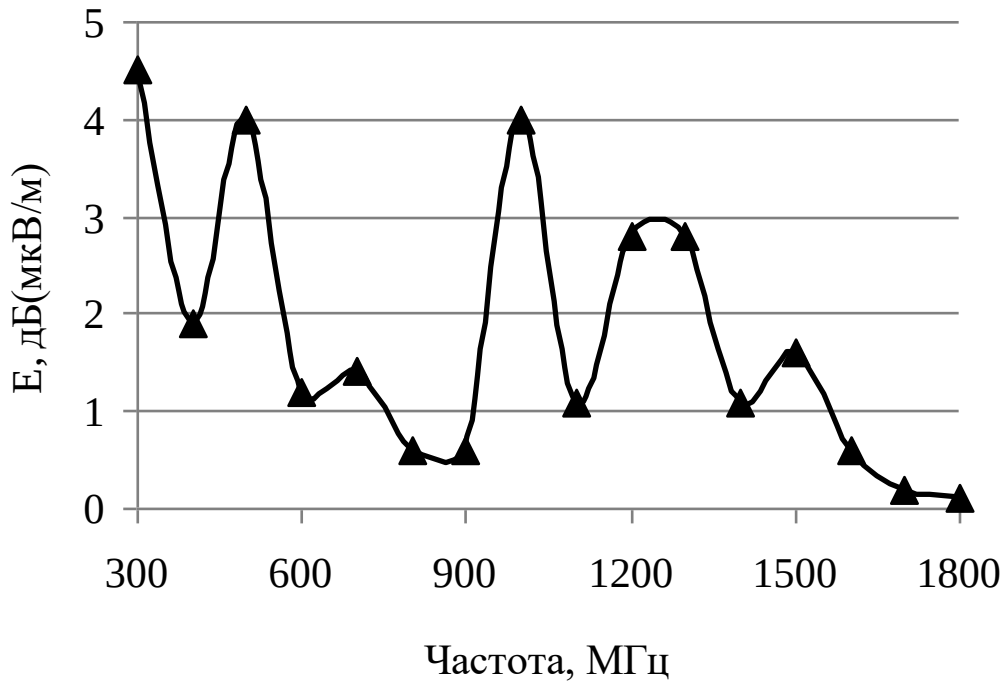


Рис. 1. Пример ЭМИ от ЭС

Для обучения сети используется алгоритм обратного распространения ошибки, который корректирует веса связей между нейронами, минимизируя разницу между реальными и прогнозируемыми значениями [4]. Схема обучения представлена на рисунке 2.

Основу модели составляет многослойная архитектура, которая включает входной слой для приема данных, скрытый слой для выявления скрытых закономерностей и выходной слой, выдающий прогнозируемое излучение.

На вход нейронной сети подаются данные $\mathbf{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, где x_i – это данные для моделирования (например, частота, кол-во устройство и положение антенны). Выходной результат сети **Y** представляет собой значение электромагнитного излучения.

Архитектура разрабатываемой нейронной сети представляет собой многослойную структуру, включающую 3 входных нейрона, один скрытый слой с 16 нейронами, второй скрытый слой с 8 нейронами и 1 выходной нейрон, который прогнозирует уровень электромагнитного излучения в мкВ/м. Каждый скрытый слой использует функцию активации ReLU для повышения нелинейности модели и улучшения ее способности к обучению. Схема сети представлена на рисунке 3.

Таким образом, в данной работе рассмотрена проблема прогнозирования ЭМИ от электронных систем и возможности применения методов машинного

обучения, в частности искусственных нейронных сетей, для ее решения. Проведен анализ существующих подходов к моделированию ЭМИ, а также рассмотрены принципы работы ИНС и их потенциальные преимущества в данной области.

Рис. 2. Схема обучения нейронной сети.

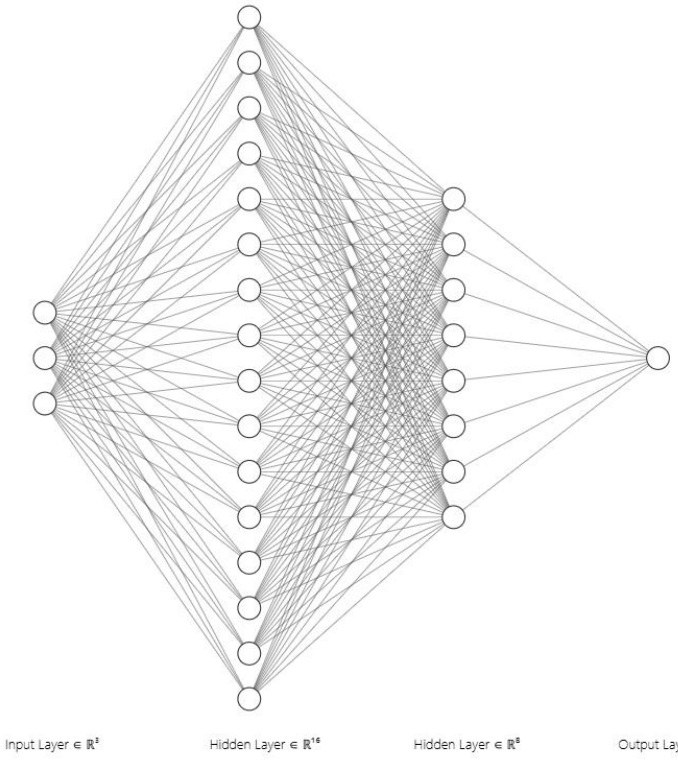


Рис. 3. Архитектура нейронной сети.

Проведенный теоретический анализ показывает перспективность применения нейросетевых моделей для прогнозирования ЭМИ. В дальнейшем планируется реализация предложенной модели, её обучение на реальных данных [2] и оценка точности прогнозирования.

Источники

1. Кечиев Л.Н. Экранирование радиоэлектронной аппаратуры. Инженерное пособие. М.: Грифон, 2019. 722 с.

2. Простая методика исследования электромагнитного излучения от электронных средств / З. М. Гизатуллин, М. Г. Нуриев, М. С. Шкиндеров, Ф. Р. Назметдинов // Журнал радиоэлектроники. 2016. № 9. С. 7.

3. Гизатуллин, З. М. Сквозное прогнозирование помехоустойчивости электронно-вычислительных средств внутри зданий при внешних электромагнитных воздействиях / З. М. Гизатуллин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2011. № 2. С. 123-128.

4. De Marchi L., Mitchell L. Hands-On Neural Networks: Learn how to build and train your first neural network model using Python. Packt Publishing Ltd, 2019. 277 p.

УДК 004.8

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНСАМБЛЕВЫХ АЛГОРИТМОВ

Фахриев Тимур Раилевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
nurrashkris@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются методы повышения точности предсказательных (прогнозных) моделей с использованием ансамблевых алгоритмов машинного обучения. Приводится анализ существующих подходов к построению и оптимизации ансамблей, а также выделяются основные преимущества и потенциальные ограничения. Особое внимание уделено практическим аспектам применения таких методов, включая выбор моделей и гиперпараметров, оценку качества и интерпретацию результатов.

Ключевые слова: машинное обучение, предиктивные модели, ансамблевые алгоритмы, точность прогнозирования, баггинг, бустинг, стекинг, композиционные методы.

METHODS FOR IMPROVING THE ACCURACY OF PREDICTIVE MODELS USING ENSEMBLE ALGORITHMS

Fakhriev Timur Railevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
nurrashkris@gmail.com

Abstract. This article discusses methods for improving the accuracy of predictive (predictive) models using ensemble machine learning algorithms. The analysis of existing approaches to the construction and optimization of ensembles is given, and the main advantages and potential limitations are highlighted. Special attention is paid to practical aspects of the application of such methods, including the selection of models and hyperparameters, quality assessment and interpretation of results.

Keywords: machine learning, predictive models, ensemble algorithms, prediction accuracy, bugging, boosting, stacking, compositional methods.

В современном мире наблюдается стремительный рост объемов данных во всех сферах деятельности. Одновременно возрастает спрос на эффективные методы анализа и прогнозирования, позволяющие извлекать из данных ценные инсайты для принятия решений. Традиционные алгоритмы машинного обучения могут демонстрировать высокую точность, однако зачастую сталкиваются с проблемами переобучения, устойчивости и интерпретации.

Одним из направлений, активно развивающихся в последние годы, являются ансамблевые методы, которые позволяют комбинировать несколько моделей с целью повышения общей точности и устойчивости предсказаний [1].

Основной целью работы является определение и сравнение различных ансамблевых алгоритмов, позволяющих улучшить точность предсказательных моделей, а также формирование практических рекомендаций по их эффективному применению.

При решении задач прогнозирования во многих областях (экономика, медицина, промышленность, маркетинг) важно максимально точно предсказывать целевую переменную, минимизируя ошибку. Использование ансамблевых алгоритмов способно решить многие из этих проблем за счет усреднения или взвешивания результатов нескольких (часто разнородных) моделей. При этом необходимо учитывать [2]:

1. Сложность моделей и риск переобучения;
2. Устойчивость предсказаний к шуму и выбросам в данных;
3. Необходимость эффективного подбора гиперпараметров.

Методы решения:

1) Баггинг (Bagging). Баггинг предполагает обучение множества одинаковых моделей на разных бутстрэпов выборки. Результирующее предсказание получается путем усреднения (для регрессии) или голосования (для классификации).

$$\hat{y}_{ensemble} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \hat{y}_i \quad (1)$$

где: $\hat{y}_i$ предсказание i-й базовой модели.

2) Бустинг (Boosting). В бустинге модели обучаются последовательно, каждая новая модель пытается исправить ошибки предыдущей. Наиболее известным примером является алгоритм Gradient Boosting. Формально итоговое предсказание на m-м шаге можно записать как:

$$F_m(x) = F_{m-1}(x) + \nu \cdot h_m(x) \quad (2)$$

где: $F_{m-1}(x)$ – предыдущий ансамбль, $h_m(x)$ – новая базовая модель (weak learner), ν – коэффициент обучения (learning rate).

3) Стекинг (Stacking). В стекинге выходы нескольких моделей используются в качестве входных признаков для метамодели (stacker). Метамодель обучается предсказывать целевую переменную на основе выхода

каждой из базовых моделей, что зачастую позволяет объединять преимущества различных методов.

Ансамблевые методы позволяют достичь лучших результатов по сравнению с одиночными моделями за счет [3]:

1. Снижения дисперсии (Bagging), когда случайная часть ошибки «усредняется» между различными моделями;
2. Снижения смещения (Boosting), когда каждая новая модель по шагам сокращает остаточные ошибки предыдущих;
3. Адаптивного сочетания (Stacking), когда метамодель обучается «учитывать» сильные и слабые стороны различных алгоритмов.

Важные моменты при работе с ансамблями:

1. Подбор числа базовых моделей и их типа (деревья решений, нейронные сети, регрессии и т.д.);
2. Регуляризация и настройка гиперпараметров (глубина деревьев, коэффициент обучения в бустинге и т.д.);
3. Анализ важности признаков и интерпретация результатов: сложность ансамблей затрудняет объяснение предсказаний.

Пример схему последовательного построения ансамбля, иллюстрирующую процесс бустинга представлен на рисунке 1.

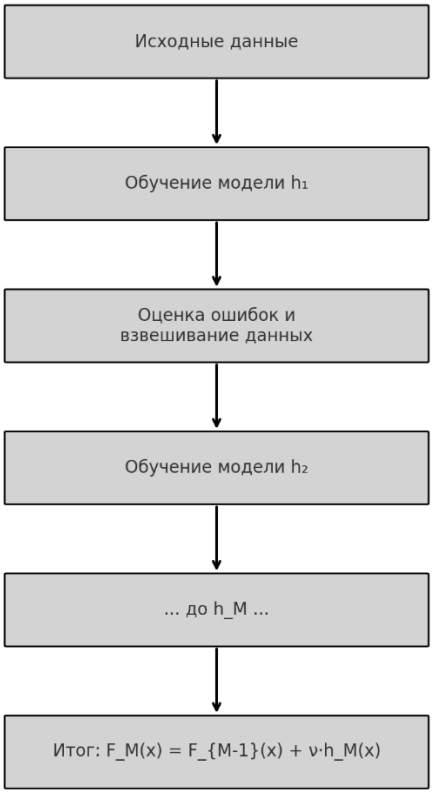


Рис. 1. Схема последовательного построения ансамбля

Пример формулы (для Gradient Boosting по MSE):

$$L(\theta) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \left(y_i - F(x_i)\right)^2 \quad (3)$$

где: где F(x) – итоговый ансамбль, состоящий из M моделей, θ – совокупность параметров всех моделей, n — число объектов, y_i – реальное значение.

В ходе исследования были рассмотрены ключевые подходы ансамблевых методов – баггинг, бустинг и стекинг. Установлено, что они способны значительно повысить точность и устойчивость предсказаний за счёт совместного использования нескольких моделей. Эффективность таких методов во многом определяется правильным выбором базовых моделей, настройкой гиперпараметров и архитектурой ансамбля. Комбинирование разнородных алгоритмов способствует увеличению разнообразия и, как следствие, улучшению качества. Точная настройка параметров, таких как глубина деревьев и коэффициент обучения, играет решающую роль в повышении производительности. Несмотря на сложность интерпретации ансамблей, существуют методы, позволяющие оценить вклад признаков и отдельных моделей. Ансамблевые подходы особенно полезны при работе с большими объёмами данных, где они демонстрируют стабильные и точные результаты.

Источники

1. Курганов В. И., Внуков Д. В., Абросимов В. А. Анализ сфер применения искусственного интеллекта в современном обществе // Редакционная коллегия. – С. 165.

2. Пестунов И. А. и др. Ансамблевый алгоритм кластеризации больших массивов данных //Автометрия. – 2011. – Т. 47. – №. 3. – С. 49-58.

3. Кашницкий Ю. С., Игнатов Д. И. Ансамблевый метод машинного обучения, основанный на рекомендации классификаторов //Интеллектуальные системы. Теория и приложения. – 2015. – Т. 19. – №. 4. – С. 37-55.

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Хамитов Айнур Радикович, Калимуллин Рустем Ирекович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ainurkhamitov322@gmail.com, kalru@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методы применения машинного обучения для оптимизации работы энергосберегающих устройств. Анализируются алгоритмы, позволяющие повысить эффективность и надежность таких систем, а также их влияние на снижение потребления энергии.

Ключевые слова: машинное обучение, энергосберегающие устройства, оптимизация, эффективность, алгоритмы, снижение потребления энергии.

THE USE OF MACHINE LEARNING TO OPTIMIZE THE OPERATION OF ENERGY-SAVING DEVICES

Khamitov Ainur Radikovich, Kalimullin Rustem Irekovich
KSPEU, Kazan, Russia
ainurkhamitov322@gmail.com, kalru@yandex.ru

Abstract. The article discusses the methods of applying machine learning to optimize the operation of energy-saving devices. Algorithms are analyzed to improve the efficiency and reliability of such systems, as well as their impact on reducing energy consumption.

Keywords: machine learning, energy-saving devices, optimization, efficiency, algorithms, reduction of energy consumption.

Современный мир сталкивается с проблемами неэффективного использования ресурсов и изменения климата. Ключевым фактором является сокращение энергопотребления и оптимизация энергетических систем. Энергосберегающие устройства становятся необходимыми для устойчивого развития, и машинное обучение активно внедряется в энергетику, демонстрируя эффективность в их оптимизации.

Энергосберегающие устройства – это технологии и системы, предназначенные для повышения эффективности использования энергии, снижения ее расхода и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. К таким устройствам относятся светодиодные лампы, интеллектуальные системы управления, термостаты, устройства для мониторинга потребления

энергии, а также различные комбинированные решения в области «умного дома» [1].

Машинное обучение – это подмножество искусственного интеллекта, которое позволяет системам автоматически обучаться на основе данных, без явного программирования. Машинное обучение функционирует через алгоритмы, которые анализируют данные, выявляют паттерны и используют эти знания для обучения.

Анализ данных играет ключевую роль в повышении энергоэффективности, позволяя выявлять неэффективные зоны потребления, оптимизировать использование ресурсов и предсказывать будущие потребности. Здесь машинное обучение становится мощным инструментом, предоставляющим инновационные подходы к решению задач энергосбережения.

Методы машинного обучения делятся на несколько категорий в зависимости от решаемых задач. Одной из основных является обучение с учителем, где алгоритмы обучаются на размеченных данных. Здесь выделяются методы регрессии для предсказания непрерывных значений и методы классификации для разделения данных. Популярные алгоритмы включают линейную регрессию, логистическую регрессию, деревья решений, методы опорных векторов и нейронные сети [2].

Другой важной категорией является обучение без учителя, которое работает с неразмеченными данными. Здесь основное внимание уделяется поиску скрытых структур в данных. К методу кластеризации принадлежат алгоритмы, такие как *k*-средние и иерархическая кластеризация, которые группируют данные по сходству.

Также существует обучение с частичным привлечением учителя, которое комбинирует элементы обоих подходов, используя как размеченные, так и неразмеченные данные для повышения точности модели.

Методы глубокого обучения, которые являются подмножеством машинного обучения, делают акцент на использование многослойных нейронных сетей для анализа сложных данных, таких как изображения, аудио и текст. Такие алгоритмы хорошо справляются с задачами компьютерного зрения и обработки естественного языка.

К тому же важно учитывать и методы, связанные с рекомендационными системами, которые помогают предлагать пользователям контент на основе их предпочтений.

Каждый из этих методов имеет свои особенности и применение в зависимости от области задач и специфики данных. Выбор оптимального алгоритма часто зависит от конкретных требований проекта, доступных данных и желаемой точности результатов [2].

Машинное обучение находит все большее применение в области энергосбережения, позволяя значительно повысить эффективность использования ресурсов. Одним из основных направлений является оптимизация потребления энергоресурсов в жилых и коммерческих зданиях. С помощью алгоритмов машинного обучения можно анализировать данные о потреблении энергии в реальном времени, выявлять закономерности и предсказывать потребности в энергии, что помогает сократить затраты и улучшить распределение ресурсов.

Кроме того, машинное обучение активно используется для анализа и оптимизации процессов в энергетическом секторе. Это включает в себя предсказание спроса на электроэнергию и оптимизацию работы электростанций. Системы могут обрабатывать исторические данные, экономические показатели и метеорологические условия, чтобы предложить наиболее эффективные решения для распределения энергии и снижения затрат [3].

Машинное обучение может быть использовано для оптимизации управления устройствами. Например, интеллектуальные термостаты могут автоматизировать процесс регулировки температуры в помещениях, учитывая предпочтения пользователей и внешние факторы, что приводит к экономии энергии. Аналогичным образом работают системы освещения, способные самостоятельно настраивать уровень яркости в зависимости от присутствия людей и естественного освещения.

Преимуществами применения машинного обучения являются увеличение эффективности использования ресурсов, при котором алгоритмы анализируют и оптимизируют потребление в реальном времени, снижение затрат, прогнозирование и предотвращение сбоев, где машинное обучение помогает заранее выявлять проблемы и устранять их до возникновения.

Несмотря на успехи, сфера машинного обучения в энергосбережении сталкивается с рядом проблем, которые могут ограничивать её эффективность и масштабируемость. Во-первых, данные, используемые для обучения моделей, часто бывают неполными или низкого качества, что может приводить к ошибочным прогнозам и решениям. Кроме того, существует проблема интерпретируемости алгоритмов машинного обучения, что затрудняет понимание причинных связей и доверие со стороны пользователей. Также необходимо учитывать разнообразие инфраструктуры и технологий в энергетическом секторе, что усложняет интеграцию решений на базе машинного обучения в существующие системы. Кроме того, недостаток квалифицированных специалистов в области машинного обучения и энергетики может замедлить развитие инновационных решений. В совокупности эти проблемы требуют комплексного подхода и дальнейших исследований для достижения максимальной эффективности в области энергосбережения.

В заключение, применение машинного обучения в области оптимизации работы энергосберегающих устройств представляет собой значительный шаг вперед в достижении устойчивого энергопотребления и повышения эффективности использования ресурсов. Благодаря алгоритмам анализа данных и предсказательной аналитике становится возможным не только улучшение функционирования самих устройств, но и более точное прогнозирование их работы в различных условиях эксплуатации.

Источники

1. Щеголихина М.С. Энергосберегающие технологии – технологии будущего // Прогрессивные технологии и процессы: сборник научных статей 2-й Международной молодежной научно-практической конференции в 3-х томах. Отв. редактор: Горохов А.А. Курск, 2015. С. 193-194.

2. Никандров А.А. Активные методы обучения при изучении дисциплины «Машинное обучение» // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе: материалы международной научно-практической интернет-конференции. Москва, 2024. С. 461-466.

3. Джанмырадова Г., Джуманазарова Э., Курбанова Г., Мерданов А. Интеллектуальные системы для прогнозирования и принятия решений на основе анализа данных // Ceteris Paribus. 2024. № 12. С. 32-33.

УДК 004.93

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ РАСПОЗНАВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ЛИЦ

Хамитов Айнур Русланович, Катасёва Дина Владимировна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
ainur-hamitov2004@mail.ru, 415pisarevadv@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача разработки нейросетевой модели для распознавания изображений человеческих лиц. К основным архитектурам сверточных нейронных сетей, применяемым для распознавания лиц, относятся AlexNet, VGGNet, GoogleNet, ResNet, FaceNet. Однако для решения задачи распознавания была выбрана модель MTCNN, которая строится на каскадной архитектуре, состоящей из трех последовательных нейронных сетей: P-Net, R-Net и O-Net. Эта сверточная сеть выполняет не только задачу обнаружения лица, но и определение его ключевых точек, что значительно расширяет сферу ее применения. В качестве инструмента разработки выбран язык Python. Результаты тестирования модели на реальных изображениях свидетельствуют о ее адекватности и возможности использования для решения задач, требующих быстрой и точной идентификации лиц.

Ключевые слова: нейронная сеть, нейросетевое моделирование, человеческое лицо, распознавание.

NEURAL NETWORK MODEL FOR RECOGNITION OF HUMAN FACES

Khamitov Ainur Ruslanovich, Kataseva Dina Vladimirovna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
ainur-hamitov2004@mail.ru, 415pisarevadv@mail.ru

Abstract. The problem of developing a neural network model for recognizing images of human faces is considered. The main architectures of convolutional neural networks used for face recognition include AlexNet, VGGNet, GoogleNet, ResNet, FaceNet. However, to solve the recognition problem, the MTCNN model was chosen, which is based on a cascade architecture consisting of three sequential neural networks: P-Net, R-Net and O-Net. This convolutional network performs not only the task of face detection, but also the determination of its key points, which significantly expands the scope of its application. Python was chosen as the development tool. The results of testing the model on real images indicate its adequacy and the possibility of using it to solve problems that require fast and accurate face identification.

Keywords: neural network, neural network modeling, human face, recognition.

В настоящее время проблема идентификации и верификации лиц представляет собой сложную задачу, требующую глубоких знаний в области

компьютерного зрения [1-3], машинного обучения [4-6] и нейронных сетей [7-10]. Ее успешное решение имеет множество практических применений, начиная от систем безопасности и контроля доступа до улучшения пользовательских интерфейсов в мобильных устройствах и онлайн-сервисах [11-13].

Разработка эффективной системы распознавания лиц позволяет значительно повысить уровень автоматизации в различных отраслях, снижая зависимость от человеческого фактора. Современные нейросетевые алгоритмы, такие как сверточные нейронные сети [14-16], продемонстрировали высокую точность при работе с большими наборами данных, что делает их ключевым инструментом в данной области. Несмотря на значительные успехи, задача распознавания лиц все еще остается актуальной из-за сложности обработки изображений в различных условиях [17]: при изменении освещения, углов съемки, а также в случае наличия частичных перекрытий лица.

К основным архитектурам сверточных нейронных сетей, применяемым для распознавания лиц, относятся AlexNet, VGGNet, GoogleNet, ResNet, FaceNet, YOLO [18]. Однако для решения поставленной задачи была выбрана модель MTCNN [19], которая строится на каскадной архитектуре, состоящей из трех последовательных нейронных сетей: P-Net, R-Net и O-Net (рис. 1).

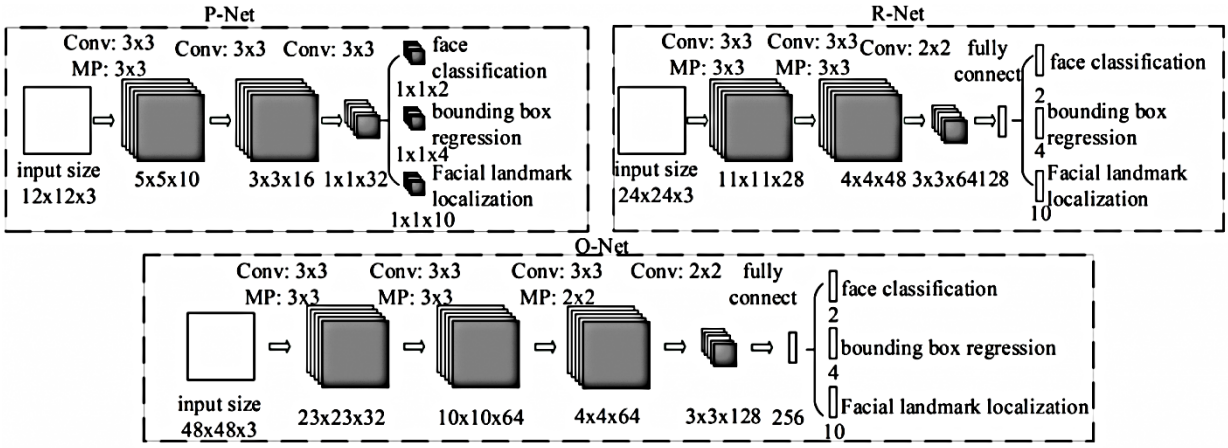


Рис. 1. Этапы работы модели MTCNN

Каскадный подход основывается на постепенном выделении, уточнении и проверке потенциальных областей с лицами, что минимизирует количество ошибок и повышает качество обнаружения даже в сложных условиях, таких как нестабильное освещение, наклоны лица и перегруженный фон. Эффективность каскадной структуры MTCNN объясняется тем, что каждый уровень каскада последовательно повышает точность и обрабатывает только перспективные участки изображения, что снижает вычислительные затраты и улучшает скорость работы модели.

Важно отметить, что MTCNN выполняет не только задачу обнаружения лица, но и определение его ключевых точек. Вместе с координатами лица она

возвращает положение основных анатомических точек, таких как глаза и рот, что необходимо для последующего анализа, включая распознавание выражений, отслеживание взгляда и создание реалистичных аватаров. В отличие от альтернативных методов, часто требующих нескольких отдельных моделей для этих задач, MTCNN реализует их в одной системе, что снижает сложность и ускоряет обработку.

Для проверки работы нейросетевой модели использована собственная выборка из 30 изображений: по 5 фотографий каждого из 6 человек. Фото сделаны в разных условиях освещения, с различными выражениями лица и под разными углами, которые позволяют охватить достаточное количество вариаций внешнего вида человека. Это гарантирует, что система будет обучена распознавать лицо независимо от незначительных изменений внешних условий.

Работа с малым количеством данных позволяет сфокусироваться на отладке алгоритма, быстро обнаруживать и исправлять ошибки. Большой объем данных часто маскирует проблемы, затрудняя процесс поиска и устранения ошибок. Кроме того, обработка больших объемов данных требует значительных вычислительных ресурсов, включая оперативную память и процессорное время. Это может привести к замедлению работы программы или к ее завершению, особенно на компьютерах со средними техническими характеристиками.

Каждый этап обработки (загрузка изображения, создание вектора признаков, сравнение с другими векторами) занимает определенное время. Увеличение числа изображений экспоненциально увеличивает общее время выполнения программы. Это делает процесс отладки и тестирования неэффективным. Следовательно, использование небольшой выборки данных – осознанное и обоснованное решение. Оно позволяет эффективно продемонстрировать ключевые возможности системы распознавания лиц без лишних затрат ресурсов и времени.

В качестве инструмента разработки выбран язык Python. Код, лежащий в основе данной работы, создан на основе анализа и адаптации существующих решений, доступных на платформе GitHub. Первоначально выбранный код предоставлял лишь базовый функционал для обнаружения лиц на изображениях, однако он не охватывал задачи идентификации или работы с базой данных. Проведенный анализ структуры программы и изучение основных методов обработки данных значительно расширило возможности этого решения. Дополнения включили реализацию функции сравнения лиц с заранее подготовленной базой, что позволило системе не только обнаруживать лицо, но и определять их принадлежность к конкретному человеку (рис. 2).

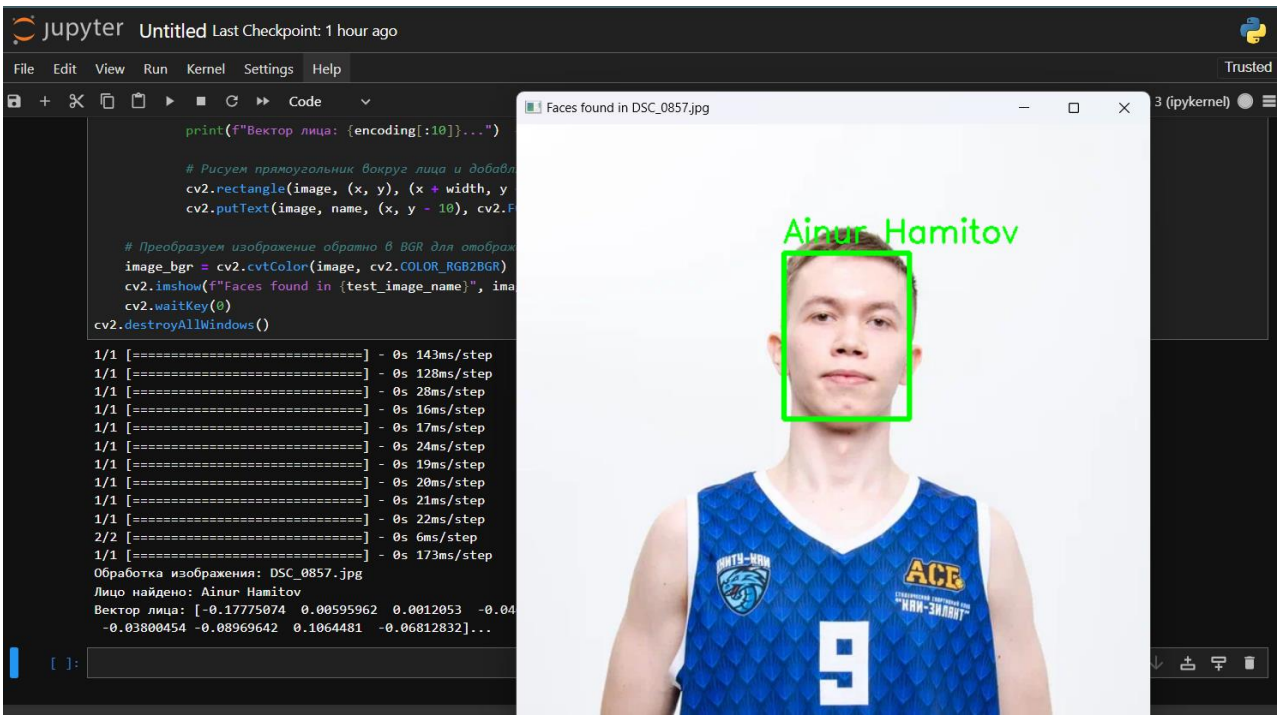


Рис. 2. Пример распознавания лица на изображении моделью MTCNN

По результатам выполненного исследования можно сделать вывод, что разработанная модель распознавания человеческих лиц является адекватной и может быть эффективно использована для решения задач, требующих быстрой и точной идентификации лиц.

Источники

1. Абламейко С., Недзьведь А. Технологии искусственного интеллекта: компьютерное зрение // Наука и инновации. 2023. № 3 (241). С. 48-58.

2. Ляпанов А.В., Ляпанов А.А. Компьютерное зрение // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 103-8. С. 169-172.

3. Недогарок В.В. Обзор платформ для работы с компьютерным зрением // Cognitio Rerum. 2022. № 12. С. 27-28.

4. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Автономные машины и искусственный интеллект // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 3 (21). С. 46-49.

5. Алемасов Е.П., Зарипова Р.С. Перспективы применения технологий машинного обучения // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 2 (20). С. 32-34.

6. Shafirov I.L. Video content popularity prediction using machine learning methods // Journal of Economic Regulation. 2020. Vol. 11. No. 2. P. 98-112.

7. Воробьёва Ю.Н., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нейросетевая модель выявления DDoS-атак // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 94-98.

8. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

9. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С., Шалаева Д.В. Нейросетевая технология анализа транспортных потоков в автоматизированных системах управления дорожным движением // Программная инженерия. 2023. Т. 14. № 10. С. 513-519.

10. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс определения функционального состояния человека // Автоматизация процессов управления. 2017. № 3 (49). С. 88-95.

11. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.

12. Нгуен Ф.Х., Зарипова Р.С., Нгуен Т.Т. Применение технологии распознавания голоса для управления системой включения/выключения электричества в доме // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 167-170.

13. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Аугментация данных и построение нейросетевых моделей распознавания рукописных символов в системах биометрической аутентификации // Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 3. С. 366-371.

14. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.

15. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Кунафина Л.Н. Сверточная нейросетевая модель сортировки бытовых отходов // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 101-105.

16. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.

17. Малахова Е.Ю., Шелепин К.Ю., Шелепин Ю.Е. Обнаружение и распознавание изображений в условиях помехи // Оптический журнал. 2024. Т. 91. № 8. С. 60-74.

18. Деменкова Т.А., Шпиева Е.В. Построение моделей сверточной нейронной сети для решения задач распознавания образов // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. № 5. С. 76-79.

19. Zhang H. Real-time face recognition method based on MTCNN-Inception-Resnet-v2-SVM model // Applied and Computational Engineering. 2024. Vol. 45. No. 1. P. 179-189.

УДК 004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРАВО: РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА РЕШЕНИЯ

Ханнанов Камиль Айдарович, Пырнова Ольга Александровна
КГЭУ, г. Казань, Россия
kamilhannanov2610@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальным правовым аспектам использования искусственного интеллекта (ИИ), в частности вопросам авторства и ответственности за решения, принятые алгоритмами. Рассматривается проблема правосубъектности ИИ. Анализируются противоречивые подходы разных стран – от отрицания авторства ИИ в США до идеи «технического лица» в ЕС. Особое внимание уделяется модели «автор – пользователь», при которой правообладателем признаётся человек, внесший творческий вклад в работу ИИ. Также исследуются механизмы ответственности за вред, причинённый искусственным интеллектом, и предлагаются возможные решения, включая страхование рисков и закрепление обязанностей за пользователем. Статья подчёркивает необходимость сбалансированного правового регулирования, которое позволит гармонично интегрировать ИИ в существующую юридическую систему, обеспечив как развитие технологий, так и защиту общественных интересов.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), цифровое право, правосубъектность, юридическая ответственность, авторское право

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LAW: TECHNOLOGY REGULATION AND RESPONSIBILITY FOR SOLUTIONS

Khannanov Kamil Aidarovich, Pyrnova Olga Aleksandrovna
KSPEU, Kazan, Россия
kamilhannanov2610@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. The article is devoted to current legal aspects of the use of artificial intelligence (AI), in particular, issues of authorship and responsibility for decisions made by algorithms. The problem of the legal personality of AI is considered. Conflicting approaches of different countries are analyzed - from the denial of AI authorship in the USA to the idea of a «technical person» in the EU. Particular attention is paid to the «author – user» model, according to which the copyright holder is recognized as a person who has made a creative contribution to the work of AI. The mechanisms of liability for harm caused by artificial intelligence are also examined, and possible solutions are proposed, including risk insurance and assigning responsibilities to the user. The article emphasizes the need for balanced legal regulation, which will allow harmoniously integrating AI into the existing legal system, ensuring both the development of technology and the protection of public interests.

Keywords: artificial intelligence (AI), digital law, legal personality. legal liability, copyright

Современные технологии стремительно трансформируют нашу реальность, и искусственный интеллект (ИИ) уже стал неотъемлемой частью множества сфер – от сложных научных расчётов до повседневных задач. Однако его повсеместное внедрение требует чёткого определения правовых границ, и ключевым вопросом остаётся ответственность за решения, принятые алгоритмами.

Одной из наиболее дискуссионных тем является признание за искусственным интеллектом элементов правосубъектности – способности быть носителем прав и обязанностей. Традиционная правовая система наделяет таким статусом лишь физических и юридических лиц, а противники расширения этих рамок указывают на отсутствие у ИИ эмоций и сознания, присущих человеку [1]. В то же время, уже на сегодняшний день ИИ способен создавать объекты интеллектуального права (будь то текст, изображение, видео или же музыка) [2]. Соответственно, поднимается вопрос авторского права, снова упирающийся в определение места ИИ в правовой структуре.

Однозначного решения о признании авторства «машинного» результата интеллектуальной деятельности (РИД) на данный момент ещё не принято, но проанализировав некоторые судебные прецеденты и законодательства можно выявить тенденцию отрицания авторства ИИ. Например, решения судов и органов власти США гласят: изобретения, основанные на ИИ, исключены из сферы охраны интеллектуальной собственности (ИС) [3,4]. Европейский союз, в свою очередь, предлагал ввести в практику понятие «технического лица» для наделения роботов ответственностью за причинённый вред. Таким образом, введение подобного определения могло также помочь признать ИИ автором произведённого творчества [5]. Однако, на данный момент суды неохотно готовы защищать подобное авторство, что заставляет искать альтернативные решения – может ли физическое лицо, использовавшее ИИ как инструмент, быть признанным автором.

Подобная постановка, в сути своей, предполагает участие человека, то есть лица, наделённого правосубъектностью, а значит его РИД должны попадать под существующие нормы. Тем не менее, тогда под вопрос попадает вклад человека в дело, ведь нередко под подобной формулировкой скрывается мнимое участие людей в разработке ИС. Возвращаясь к опыту США и ЕС, существуют требования о существенном вкладе физического лица в изобретение. Только тогда он может быть признан в качестве соавтора [3].

Наиболее вероятным видится признание вышеописанной модели «автор – пользователь», при которой правообладателем становится лицо, внесшее значимый творческий элемент в работу ИИ. Такой подход позволит сохранить баланс между технологическим прогрессом и защитой интеллектуальной собственности.

При этом всём, в случае введения искусственного интеллекта в существующую правовую систему, возникает вопрос как прав, так и

ответственности. Рассмотрены разные системы привлечения к ответственности: возложение обязанностей на разработчика; привлечение к ответственности пользователя; признание самого ИИ источником повышенной опасности [6]. Применение ИИ в производстве способно существенно оптимизировать процесс, но в настоящее время нередки случаи классификации робота как «источника повышенной опасности» и причин происшествий.

Ключевым фактором наложения ответственности становится определение лица, осуществляющего контроль над действиями. Это осложняется делением случаев на признание ответственным лица, являющегося владельцем, или же непосредственного пользователя [7]. К тому же ситуацию усугубляет известная проблема доказывания, ведь не во всех случаях можно однозначно установить виновность пользователя, не имеющего понятия о причинах принятия ИИ некоторого решения («эффект черного ящика»). Следует отметить и возможность ответственности создателя искусственного интеллекта, беря в расчёт случаи киберпреступлений с кражей личных данных или же банковских карт [6]. На данный момент не сформировано чёткого единого регулирования ответственности за вред, причинённый ИИ, что может привести к неблагоприятным последствиям в виде неправильного вектора развития или же чрезвычайных происшествий в сферах распространения искусственного интеллекта [8].

Основными способами решения вопроса могут стать официальное введение модели ответственности непосредственного пользователя, где ИИ выступает в качестве инструмента [9-11]. Подобное решение побудит к более рассудительному и осторожному внедрению искусственного интеллекта, но также потребует исключений – например, привлечения разработчика в случаях киберпреступлений. Дополнительным механизмом могло бы стать страхование рисков, что позволило бы учитывать подобные инциденты в рамках существующей правовой практики.

Регулирование искусственного интеллекта требует гибкого и продуманного подхода, учитывающего как технологические возможности, так и фундаментальные правовые принципы. Законодательство должно эволюционировать вместе с ИИ, обеспечивая справедливый баланс между инновациями и защитой интересов общества. Только так можно создать устойчивую правовую среду, в которой технологии служат во благо, не порождая новых рисков.

Источники

1. Степанова, А. В. Проблематика правосубъектности искусственного интеллекта / А. В. Степанова // Символ науки: международный научный журнал. – 2020. – № 12-2. – С. 62-67.

2. Мухаметзянов, И. И. Генерация идей и творческих решений с помощью искусственного интеллекта / И. И. Мухаметзянов, О. А. Пырнова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 10–11 апреля 2024 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 1039-1042.

3. Цимас Ф. Эволюция авторского права в эпоху искусственного интеллекта: анализ правовых коллизий и судебных прецедентов // Journal of Digital Technologies and Law. 2025. №1. С. 35-64.

4. Ильина, Е. Д. Искусственный интеллект и современное искусство / Е. Д. Ильина, Р. С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2024. – № 3-4(33-34). – С. 205-207.

5. Орлова, Т. Е. Авторское право на результаты деятельности искусственного интеллекта / Т. Е. Орлова // Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права. – 2022. – № 11. – С. 62-71.

6. Лаптев, В. А. Понятие искусственного интеллекта и юридическая ответственность за его работу / В. А. Лаптев // Право. Журнал Высшей школы экономики. – 2019. – № 2. – С. 79-102.

7. Мельникова, Е. Н. Принцип ответственности контролирующего лица как основа для устранения «разрыва ответственности» за вред, причиненный искусственным интеллектом / Е. Н. Мельникова // Московский журнал международного права. – 2024. – № 4. – С. 132-145.

8. Салимов, Р. Р. Этические аспекты внедрения технологий искусственного интеллекта / Р. Р. Салимов, Р. С. Зарипова // Технологический суверенитет и цифровая трансформация: Международная научно-техническая конференция, Казань, 04 апреля 2024 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 226-229.

9. Цеева Ф.М., Верещагина А.С., Николаева С.Г. Автоматизация производства с использованием нейронных сетей и глубокого обучения // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, № 12(153). С. 12-19.

10. Насурова З.А., Халидов А.А., Лугуева А.С. Искусственный интеллект: современные применения и перспективы развития // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 9, № 2(155). С. 110-115.

11. Гачаев А.М., Вахаева Д.А., Овсеенко Г.А. Общая тенденция развития отрасли основных технологий искусственного интеллекта // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 10. № 9 (150). С. 120-125.

УДК: 004.8

АНАЛИЗ ОГРАНИЧЕНИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КОНТЕКСТЕ ТЕОРИИ ПОЗНАНИЯ

Ханнанов Камиль Айдарович, Хаялеева Аделя Камилевна
КГЭУ, г. Казань, Республика Татарстан
kamilhannanov2610@gmail.com

Аннотация. В данной работе исследуются эпистемологические ограничения искусственного интеллекта с позиций классических и современных теорий познания. Рассматриваются проблемы концептуальности, отсутствия креативности в ИИ, а также невозможность формирования подлинного понимания в рамках машинного обучения.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), эпистемология, теории познания, машинное обучение, креативность.

THE ANALYSIS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE LIMITATIONS IN THE CONTEXT OF THE THEORY OF KNOWLEDGE

Khannanov Kamil Aidarovich, Khayaleeva Adela Kamilevna
KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan
kamilhannanov2610@gmail.com

Abstract. This article examines the epistemological limitations of artificial intelligence from the standpoint of classical and modern theories of cognition. The problems of data interpretation, lack of creativity in AI, as well as the inability to form a genuine understanding within the framework of machine learning are considered.

Keywords: artificial intelligence (AI), epistemology, epistemology, machine learning, creativity.

Современные системы искусственного интеллекта (далее – ИИ) демонстрируют впечатляющие результаты в обработке данных, распознавании образов и генерации текстов. Однако их способность к познанию остается ограниченной по сравнению с человеческим мышлением. В философии науки вопрос о природе познания и его границах исследуется в рамках эпистемологии. Так, чтобы эффективно продвигать развитие искусственного интеллекта, необходимо анализировать его ключевые ограничения через призму теорий познания [1].

Томас Кун в работе «Структура научных революций» [2] показал, что наука развивается через смену парадигм. ИИ же, в свою очередь, лишь

воспроизводит существующие паттерны мышления, неспособный инициировать научную революцию. Он также крайне редко может выявлять аномалии в рамках текущей парадигмы и не обладает способностью добровольно отказаться от устоявшейся концепции для переосмысления её и создания новой. Зависимость от качества и доступности данных также ограничивают потенциал «научной новизны» ИИ [2].

По тем же причинам искусственный интеллект малосовместим с понятием креативности. Креативность как познавательная способность традиционно рассматривается в философии как исключительно человеческое свойство, связанное со способностью продуцировать принципиально новые идеи и концепции. Рекомбинируя существующие идеи и мотивы, ИИ не имеет «внутренней мотивации» к переосмыслению, присущей человеку [3]. Тяга к познанию заложена в людей на подсознательном уровне, они испытывают истинное удовольствие при осознании чего-то концептуально нового и неизведанного, в том числе путём нестандартного подхода.

Но человеческое познание включает не только логику, но и интуицию, абдуктивные умозаключения. Чарльз Сандерс Пирс выделял абдукцию как особую форму умозаключения, в его работах она предстаёт как процесс формирования объяснительных гипотез («единственный логический процесс, который вводит новую идею») [4], творческий акт, требующий интуитивного прорыва. Современные системы искусственного интеллекта демонстрируют определенные способности к абдуктивным рассуждениям, однако с существенными ограничениями. В корне проблемы вновь оказывается неспособность выйти за пределы заложенных в обучающих данных и отсутствие мета-рефлексии [4].

Также одной из фундаментальных характеристик сознания можно выделить интенциональность – направленность на некоторый объект. Известный в определённых кругах «аргумент китайской комнаты» Д. Сёрла позволил ему констатировать: понимание должно сопровождаться актами первичной интенциональности, т.е., необходимо осознание производимой деятельности, а не машинное проведение параллелей и аналогий. Искусственный интеллект никогда не сможет достичь уровня человеческого сознания именно из-за невозможности преодолеть фундаментальный разрыв между первичной и производной интенциональностями [5]. Таким образом, отсутствие подлинного понимания контекста создаёт барьеры для эффективной коммуникации, обработке изображений и многих других задач, с которыми в нынешнее время работает ИИ.

Проводя параллели, развитие более сложных форм сознания способно помещение машин в социум для обучения, например, как чат-боты, адаптирующиеся под стиль общения собеседника. Однако следует учесть возникающие с этим фактом моменты, вроде этических проблем развития ИИ, в

частности, ответственности за усиление существующих в обществе предрассудков. К тому же, постоянно прогрессирую в области познания, степень оценки способности машины к мышлению все ещё останется предметом дискуссии. Какими критериями следует определять подлинность мыслительного процесса или же следует пересмотреть саму концепцию познания для отдельных сфер – вопросы, ответ на которые поможет преодолеть искусственному интеллекту путь к полноценному познанию.

Таким образом, искусственный интеллект на данном этапе своего развития имеет ряд существенных ограничений. Отсутствие креативности из-за механизмов рекомбинации существующих методов, неспособность отступить от нынешней парадигмы, проблема подлинного понимания и вопросы о применимости самого нынешнего понятия познания формируют барьеры для современных систем. Дальнейшее развитие ИИ требует не только технических инноваций, но и серьезной философской рефлексии о природе сознания. Без чётких критериев сознания он продолжить быть сложным имитатором, но не подлинной когнитивной системой. В то же время, это поможет определить вектор развития мышления во избежание опасных или же бессмысленных систем.

Источники

1. Ярмак, А. А. Роль эпистемологии в философии искусственного интеллекта / А. А. Ярмак // Коммуникативные стратегии информационного общества: Труды XI Международной научно-теоретической конференции, Санкт-Петербург, 25–26 октября 2019 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2019. – С. 62-63.

2. Кун, Т. Структура научных революций / Томас Кун; [Пер. с англ.: И. З. Налетов и др.]. – Москва: АСТ, 2003. – 605 с.

3. Дуплинская, Ю. М., Стеклова, И. В. Различие между паттернами естественного и искусственного интеллекта: от микро- к макроуровню // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Философия. Психология. 2025. Т. 25, вып. 1. С. 20-25.

4. Пирс, Ч.С. Начала прагматизма / Чарльз Сандерс Пирс; Пер. с англ. В.В. Кирющенко и М.В. Колопотина. – Санкт-Петербург: Лаб. метафиз. исслед. при филос. фак. СПбГУ: Алетейя, 2000. – 316 с.

5. Ладов, В. А. Идея интенциональности в философии искусственного интеллекта Д. Деннета / В. А. Ладов // Открытое и дистанционное образование. – 2003. – № 1(9). – С. 13-18.

УДК 004.42

ИСКУССТВЕННОЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ

Ханчаев Батыр Акмухаммедович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
hanchayev.b@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается концепция и практическая реализация искусственного интеллектуального решения, направленного на повышение эффективности бизнес-процессов и оптимизацию принятия решений в различных отраслях. Обсуждаются современные подходы в области искусственного интеллекта, включая методы машинного и глубокого обучения, а также алгоритмы обработки естественного языка, что позволяет создавать интеллектуальные системы с высокой адаптивностью и скоростью реакции. Представленная методология сочетает использование передовых облачных технологий и локальных вычислительных решений, обеспечивая стабильность работы даже при нестабильном интернет-соединении.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, машинное обучение, глубокое обучение, интеллектуальные системы, автоматизация, нейросети, Туркменский язык.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE SOLUTION

Hanchayev Batyr Akmuhammedovich
State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
hanchayev.b@gmail.com

Abstract. This article discusses the concept and practical implementation of an artificial intelligence solution aimed at improving the efficiency of business processes and optimizing decision-making in various industries. Modern approaches in the field of artificial intelligence are discussed, including machine and deep learning methods, as well as natural language processing algorithms, which allows creating intelligent systems with high adaptability and response speed. The presented methodology combines the use of advanced cloud technologies and local computing solutions, ensuring stable operation even with an unstable Internet connection.

Keywords: Artificial intelligence, machine learning, deep learning, intelligent systems, automation, neural networks, Turkmen language.

Искусственный интеллект занимает центральное место в современных исследованиях и разработках в области информационных технологий. За последние десятилетия наблюдается стремительное развитие алгоритмов и вычислительных возможностей, что позволило перейти от теоретических моделей к реальным практическим приложениям. Применение ИИ охватывает широкий спектр задач – от автоматизации рутинных процессов до решения комплексных аналитических проблем, требующих высокой степени адаптивности и точности. Современные интеллектуальные системы активно

внедряются в таких сферах, как здравоохранение, финансы, производство и образование, что значительно повышает эффективность и качество предоставляемых услуг. В данном контексте особое внимание уделяется разработке решений, способных обрабатывать большие объемы данных и обеспечивать своевременное принятие обоснованных решений [1].

Актуальность. Современный мир предъявляет высокие требования к скорости обработки информации и принятию решений, что становится ключевым фактором конкурентоспособности. Искусственный интеллект, обладая аналитическими и предиктивными возможностями, способен существенно сокращать временные затраты и повышать точность операций, что особенно важно в условиях глобализации и цифровизации экономики. Применение таких решений позволяет компаниям оперативно реагировать на изменения рынка, улучшать качество обслуживания и оптимизировать внутренние процессы.

Новизна. Предлагаемое «Искусственное интеллектуальное решение» характеризуется использованием гибридного подхода, сочетающего облачные технологии и локальные вычислительные мощности. Такой метод обеспечивает непрерывную работу системы даже в условиях нестабильного интернет-соединения, что является важным преимуществом для многих отраслей. Новизна подхода заключается в объединении современных внешних сервисов с локальными базами знаний, что повышает адаптивность и надежность системы.

Цель работы. Основная цель данной работы заключается в разработке и внедрении искусственного интеллектуального решения, способного эффективно обрабатывать и анализировать большие объемы данных, поступающих от пользователей. Первая задача – создать гибкую архитектуру, обеспечивающую взаимодействие с облачными сервисами и локальными вычислительными системами, что позволит системе работать в режиме реального времени. Это повысит оперативность принятия решений и сократит время реакции на изменения условий рынка. Цель ПО направлена на обеспечение высокого уровня взаимодействия с пользователем посредством использования алгоритмов обработки естественного языка. Разработка интуитивно понятного и удобного интерфейса для общения с системой улучшит качество обслуживания, удовлетворит потребности клиентов и расширит возможности интеллектуальной поддержки в различных сферах деятельности.

Разработка Туркменской модели на основе нейросетей. Одним из ключевых направлений разработки «Искусственного интеллектуального решения» стала разработка специализированной Туркменской модели, основанной на нейросетевых технологиях. Модель была создана с использованием передовых алгоритмов глубокого обучения и методов обработки естественного языка, что позволило адаптировать систему к особенностям туркменского языка. В процессе разработки применялись современные инструменты и библиотеки машинного обучения, что обеспечило возможность работы модели как в интернет-среде, так и в автономном

локальном режиме. Важно отметить, что система поддерживает интеграцию с другими языковыми моделями, что открывает перспективы для мультилингвальной обработки и расширения функционала.

Внедрение данной Туркменской модели имеет потенциал для значительного влияния на различные сферы жизни в Туркменистане. В области образования модель может стать основой для создания интерактивных обучающих платформ, обеспечивающих доступ к качественным образовательным материалам и персонализированное обучение. В здравоохранении интеллектуальное решение поможет в анализе медицинских данных, организации эффективного взаимодействия между пациентами и специалистами, а также в ранней диагностике заболеваний. В экономике система способна оптимизировать бизнес-процессы, проводить анализ больших данных и поддерживать принятие стратегических решений, что повысит конкурентоспособность предприятий. Социальные услуги и государственное управление также выиграют от внедрения таких технологий, что позволит улучшить качество и доступность государственных сервисов для граждан.

Глубокая нейронная сеть. Упрощённая модель глубокой нейронной сети можно представить, как иерархическую структуру из нейронов, похожих на те, что есть в мозге, соединенных друг с другом.

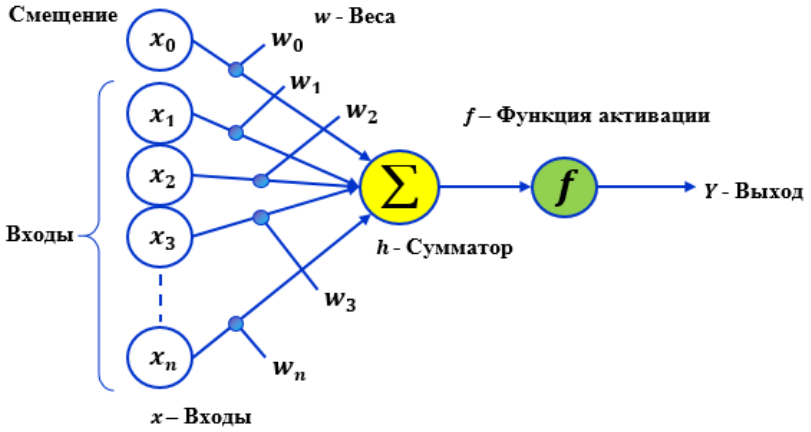


Рис. 1. Введение в нейронные сети: персептрон

В ходе анализа нейронной сети можно выявить несколько ключевых структурных компонентов (нейрон, слой, веса, входные данные, выходные данные, функция активации и процесс обучения с оптимизацией), которые постепенно корректируют веса (начально установленные случайными значениями) для более точного прогнозирования результатов (Рис. 1).

$$h = \sum_i x_i * w_i \tag{1}$$

$$Y = f\,(h) \tag{2}$$

Математический подход. Входные данные подаются на первый слой нейронов, где каждый нейрон вычисляет свою функцию активации. Аналогично человеческому мозгу, нейрон передает свой выход следующему нейрону, учитывая его значение. С увеличением выхода нейрона увеличивается значимость соответствующего входного признака. На последующих слоях эти признаки объединяются в новые, форма которых на первый взгляд непонятна, но система интуитивно обучается им. Повторение этого процесса множество раз приводит к формированию сложной сети со связями.

Теперь, касаясь обучения, из входных данных формируется прогноз на выходе сети (путем матричных умножений), который может быть верным или нет. В зависимости от этого прогноза мы можем требовать от сети более точных прогнозов, и система будет обучаться, корректируя значения весов нейронных связей. Для обратной связи и определения последующих шагов для внесения изменений используется математический алгоритм «обратного распространения ошибок». Повторение этого процесса несколько раз с увеличением объема данных позволяет сети корректировать веса и создавать правила для делания прогнозов на основе весов и связей.

Эти формулы представляют базовые принципы работы нейросетей и являются фундаментом для разработки и обучения сложных моделей, включая Туркменскую модель [2].

Возможности ПО. Разрабатываемое ПО обладает широким функционалом, направленным на обеспечение качественного взаимодействия с пользователями и реализацию интеллектуальных алгоритмов. Основные возможности включают интеграцию с облачными сервисами для получения актуальных данных и обработки запросов в режиме реального времени. ПО также поддерживает автономный локальный режим работы, что гарантирует стабильное функционирование даже при отсутствии Интернет-соединения (Рис. 2).

Рис. 2. Главная: интегрировано Чат с искусственным интеллектом

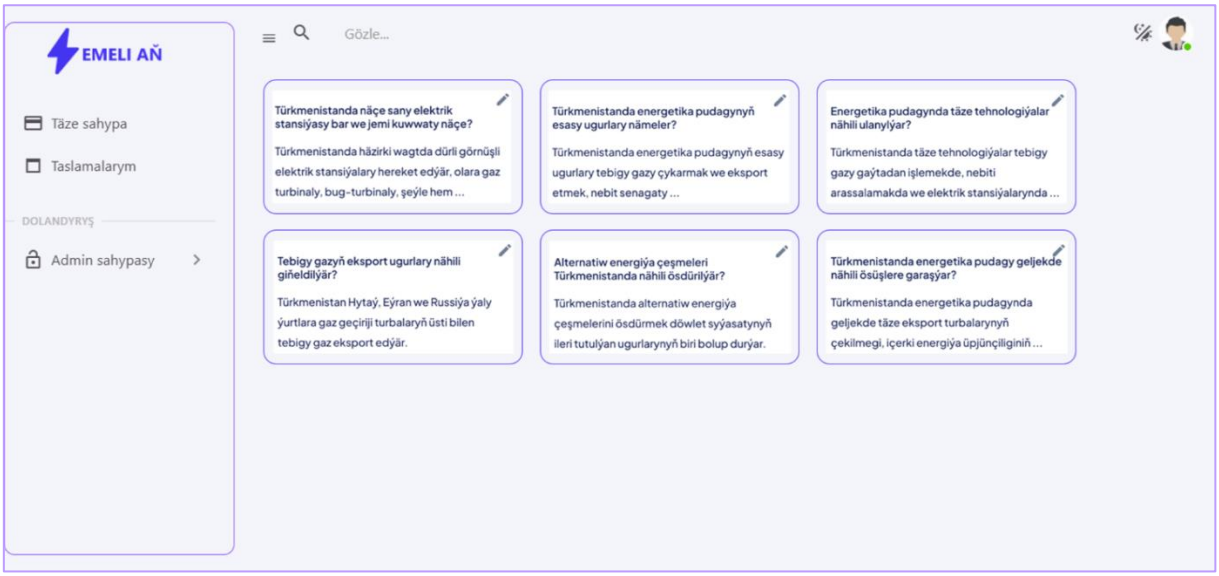


Рис. 3. Страница проекта: Список созданных проектов (вопросов)

Функционал истории чатов играет важную роль в удобстве использования системы, особенно для пользователей, работающих с большим количеством запросов и данных. История чатов позволяет сохранять и организовывать предыдущие разговоры, что делает процесс взаимодействия с искусственным интеллектом более структурированным и эффективным (Рис. 3).

Подводя итоги, можно отметить, что разработка искусственного интеллектуального решения, включающего специализированную Туркменскую модель на основе нейросетей, открывает новые перспективы в автоматизации и оптимизации бизнес-процессов. Представленный подход, основанный на гибридной архитектуре и современных алгоритмах обработки данных, демонстрирует высокую эффективность и адаптивность в условиях динамично развивающейся цифровой среды. Внедрение данной модели в Туркменистане способно существенно улучшить качество образования, здравоохранения, экономического анализа и социальных услуг, делая технологии более доступными и полезными для каждого человека. Рекомендуется продолжать исследования в области интеграции новых методов машинного обучения и обеспечения безопасности данных, что станет основой для создания полностью автономных интеллектуальных систем будущего.

Источники

1. Russell, S., & Norvig, P. (2016). Artificial Intelligence: A Modern Approach.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning.

УДК 519.217:004.8

БИОМЕТРИЯ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Хасанова Гулия Ильшатовна, Нечаева Лолита Дмитриевна, Будникова Иветта Константиновна
КГЭУ, г. Казань, Россия
guliya.khasanova.49@bk.ru, nechaeva.lalita@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные задачах биометрической идентификации личности, используя в качестве примера распознавание отпечатков пальцев и лиц. Анализируются вероятностно-статистические модели и методы искусственного интеллекта лежащие в основе алгоритмов обработки изображений и оценки надежности биометрических систем. В статье подчеркивается важность статистического подхода для обеспечения высокой точности и безопасности биометрических технологий, основанных на искусственном интеллекте.

Ключевые слова: биометрия, идентификации, сиамская свёрточная нейтонная сеть, байесовские методы, вероятностно-статистические модели, искусственный интеллект.

BIOMETRICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCETHERE

Khasanova Gulia Ilshatovna, Nechaeva Lolita Dmitrievna,
Budnikova Ivetta Konstantinovna
KGEU, Kazan, Russia
guliya.khasanova.49@bk.ru ,nechaeva.lalita@yandex.ru

Abstract. The article considers current problems of biometric identification of a person, using fingerprint and face recognition as an example. Probabilistic-statistical models and methods of artificial intelligence underlying algorithms for image processing and assessment of the reliability of biometric systems are analyzed. The article emphasizes the importance of the statistical approach to ensure high accuracy and security of biometric technologies based on artificial intelligence.

Keywords: biometrics, identification, Siamese convolutional neural network, Bayesian methods, probabilistic-statistical models, artificial intelligence.

Системы биометрической идентификации человека стали повседневностью. В последние годы они получили широкое распространение благодаря бурному развитию технологий искусственного интеллекта и машинного обучения [1-3]. Биометрические данные уникальны, они не могут быть забыты или потеряны, поэтому биометрический компонент все чаще

используется как элемент современных систем контроля доступа, выдвигающих повышенные требования к безопасности.

Искусственный интеллект и биометрия – это две технологии, которые тесно связаны друг с другом и могут взаимодействовать для достижения определенных целей.

Искусственный интеллект, в свою очередь, предоставляет инструменты и методы для обработки и анализа больших объемов данных, включая биометрические данные. Он может использоваться для разработки алгоритмов и моделей, которые позволяют распознавать и классифицировать биометрические характеристики, такие как отпечатки пальцев, лица и другие.

В статье рассмотрены два направления биометрии – идентификация личностей по распознаванию лиц и отпечаткам пальцев.

Для распознавания лиц алгоритмы машинного обучения строят вероятностные модели, которые определяют вероятность того, что данное лицо соответствует определённому человеку. Вероятность определяется по набору характеристик лица, обученного на большом количестве примеров.

Одним из способов распознавания лиц является технология свёрточной нейронной сети, в частности сиамская нейронная сеть, которая состоит из двух идентичных сетей с общими весами [3,4]. Она обучается различать сходство данных. Сеть преобразует данные в низкоразмерные векторы (характеристики). Обучение происходит путем максимизации расстояний между векторами разных классов и минимизации расстояний между векторами одного класса. В результате сеть извлекает значимые характеристики и сжимает изображения в компактные векторы, что позволяет эффективно распознавать лица.

В определённых случаях могут быть интегрированы байесовские подходы для оценки неопределенности в предсказаниях [5]. Это может быть полезно для распознавания лиц в условиях с плохим качеством изображений или при наличии большого количества похожих лиц.

Процесс распознавания личности по отпечаткам пальца зависит от сравнения локальных характеристик хребта и их отношений, чтобы определить уникальность отпечатков пальцев (рис.1). На изображении поверхности пальца можно определить достаточно большое количество мелких деталей (минуций), по которым можно их классифицировать. Процесс распознавания отпечатков пальцев можно разделить на 5 основных шагов:

1. Приобретение отпечатков пальцев;

2. Улучшение отпечатков пальцев. Этот шаг должен повысить структуры папиллярных линий в поврежденных изображениях;

3. Классификация отпечатков пальцев. Классификация – непростой процесс, так как в некоторых случаях трудно определить к какому классу некоторые отпечатки пальцев принадлежат;

4. Выделение минуций;
5. Сравнение двух отпечатков пальцев.

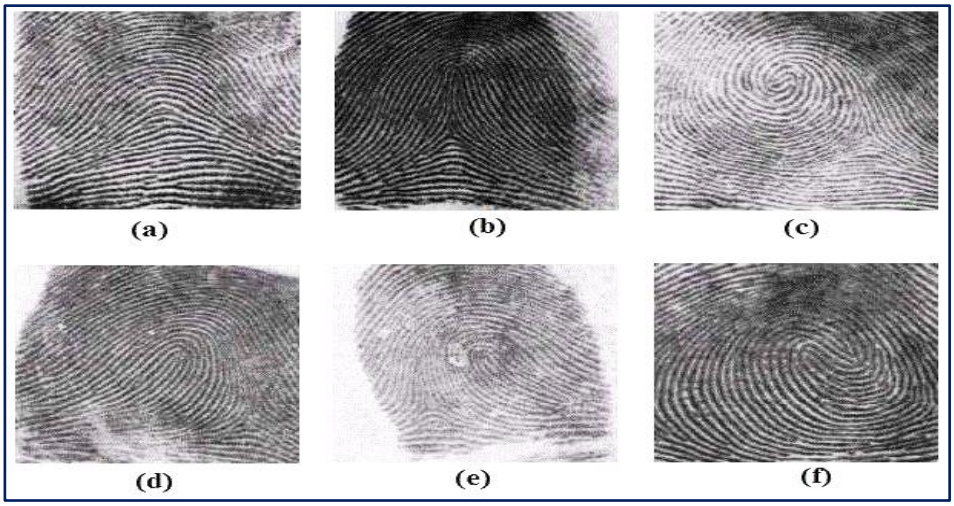


Рис. 1. (a) – дуга, (b) – треугольная дуга; (c) – завиток; (d) – правая петля; (e) – левая петля; (f) – двойная петля.

В качестве двух основных характеристик можно принять ошибки первого рода – FAR (False Acceptance Rate), которая характеризует вероятность ложного совпадения биометрических характеристик двух людей и ошибки второго рода – FRR (False Rejection Rate) это – вероятность ложного отклонения биометрических характеристик двух людей (например, вероятность отказа доступа человеку, имеющего допуск**)** [6]**.** Система тем лучше, чем меньше значение FRR при одинаковых значениях FAR. Иногда системы распознавания характеризуются таким параметром, как EER (Equal Error Rates), представляющим точку совпадения вероятностей FRR и FAR. Чем надёжней система, тем более низкий EER она имеет (рис.2).

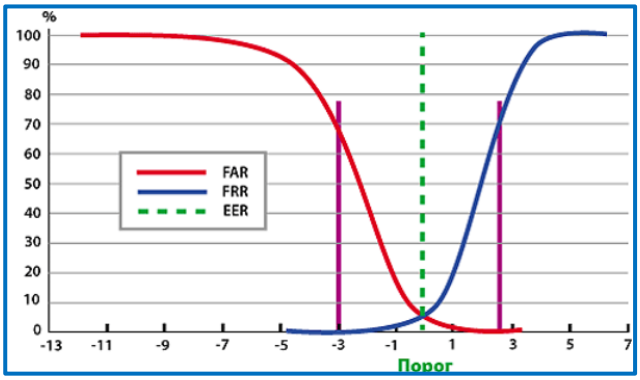


Рис. 2 График соотношения ошибок [2]

Таким образом, в статье рассмотрены как статистический, так и нейросетевой подходы к анализу биометрических данных. Нейросети, благодаря своей способности обучаться на больших объемах данных и

выявлять сложные закономерности, открывают новые возможности для повышения точности, эффективности и безопасности систем биометрической аутентификации и анализа. Использование биометрических данных для обучения ИИ позволяет создать более точные и автоматизированные системы распознавания и идентификации личности.

Источники

1. А.Е. Сулавко. Машинное обучение в приложениях биометрии. Статистический и нейросетевой подход к анализу и классификации биометрических образов / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2022 г

2. Andreas Krause, Jonas Hübotter. Probabilistic Artificial Intelligence/ Computer Science. Artificial Intelligence URL: https://arxiv.org/abs/2502.05244(Дата обращения 15.03.2025).

3. Крутов Т.Ю., АфанасьевГ.И**.** Сиамские нейросети для задачи распознавания лиц/ Информатика, вычислительная техника и управление. 2022. .№ 12-2. С. 88-92.

4. Будникова И.К., Абдуллина Н.М Применение методов компьютерного зрения при анализе видеоданных /Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 1 (23). С. 84-86.

5. Ветров Д.А. Нейробайесовский подход к задачам машинного обучения. [Электронный ресурс]: https://www.rscf.ru/prjcard_int?17-71-20072 (Дата обращения 15.03.2025).

6. Крылов П.Ю. Нейросети для анализа биометрических данных. [электронный ресурс]. https://everest-solution.com/articles/nejroseti-dlya-analiza-biometricheskih-dannyh / (Дата обращения 15.03.2025).

УДК 004.94

МОДЕЛЬ НЕЧЕТКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ ЗНАНИЙ

Хасбиуллин Марат Фаридович, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
marat.xasbiullin@gmail.com, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена модель нечеткой нейронной сети для формирования нечетких баз знаний. Указано на фундаментальное ограничение существующих нейронечетких моделей, связанное с настройкой их функций принадлежности: одни и те же функции принадлежности, оптимальные для одних правил, могут быть недостаточно оптимальны для других. Для преодоления этого ограничения предложена новая модель нечеткой нейронной сети. В новой модели значения параметров функций принадлежности настраиваются независимо для различных нечетких правил. Предложенная модель реализована в программном комплексе, на базе которого проведены исследования по оценке ее эффективности. Результаты исследований показали, что предложенная модель является эффективным инструментом для формирования нечетких баз знаний.

Ключевые слова: нечеткая нейронная сеть, нейронечеткая модель, нейронечеткое моделирование, формирование базы знаний, оценка состояния объекта.

FUZZY NEURAL NETWORK MODEL FOR KNOWLEDGE BASE CREATION

Khasbiullin Marat Faridovich, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
marat.xasbiullin@gmail.com, Kat_726@mail.ru

Abstract. A fuzzy neural network model for forming fuzzy knowledge bases is considered. A fundamental limitation of existing neuro-fuzzy models related to the configuration of their membership functions is pointed out: the same membership functions that are optimal for some rules may be suboptimal for others. A new fuzzy neural network model is proposed to overcome this limitation. In the new model, the values of the membership function parameters are configured independently for different fuzzy rules. The proposed model is implemented in a software package, on the basis of which studies were conducted to assess its effectiveness. The results of the studies showed that the proposed model is an effective tool for forming fuzzy knowledge bases.

Keywords: fuzzy neural network, neuro-fuzzy model, neuro-fuzzy modeling, knowledge base formation, object state assessment.

В настоящее время во многих предметных областях для решения важных практических задач используются интеллектуальные, в частности, нечеткие системы [1-3]. Они характеризуются тем, что способны моделировать мыслительные процессы эксперта при принятии решений и объяснять получаемый результат. Это достигается путем реализации процедуры нечеткого логического вывода на основе формализованных экспертных знаний о предметной области [4].

Основным компонентом нечетких систем является база знаний [5-7]. Она представляет собой либо формализованные знания эксперта [8], либо автоматически сгенерированный на основе анализа данных набор нечетких правил [9]. В последнем случае применяются инструменты интеллектуального анализа данных, такие как нечеткие нейронные сети [10-13].

На рисунке 1 представлена модель нечеткой нейронной сети, предложенная в [14] и используемая для оценки дискретного состояния объектов [15-17].

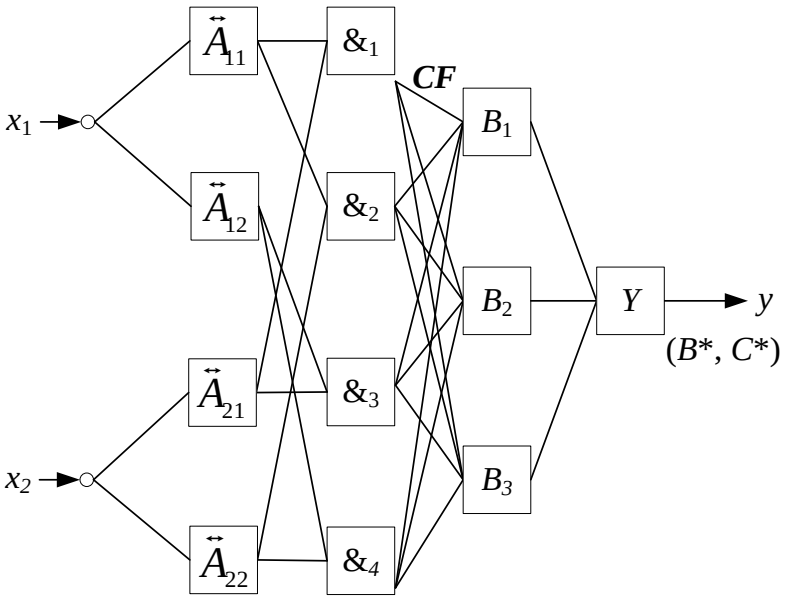


Рис. 1. Пример структуры нечеткой нейронной сети

При такой структуре сети значения параметров функций принадлежности, содержащихся в *A*-нейронах, фиксированы для всех формируемых нечетких правил. Это накладывает фундаментальное ограничение на адаптивность модели к анализируемым данным, так как функции принадлежности, оптимальные для одних нечетких правил, могут быть недостаточно оптимальны для других.

Для преодоления этого ограничения предложена новая модель нечеткой нейронной сети, представленная на рисунке 2. В модели значения параметров функций принадлежности настраиваются независимо для различных правил. Это достигается тем, что каждый *A*-нейрон, задающий функцию принадлежности, связан только с одним &-нейроном, задающим антецедент нечеткого правила.

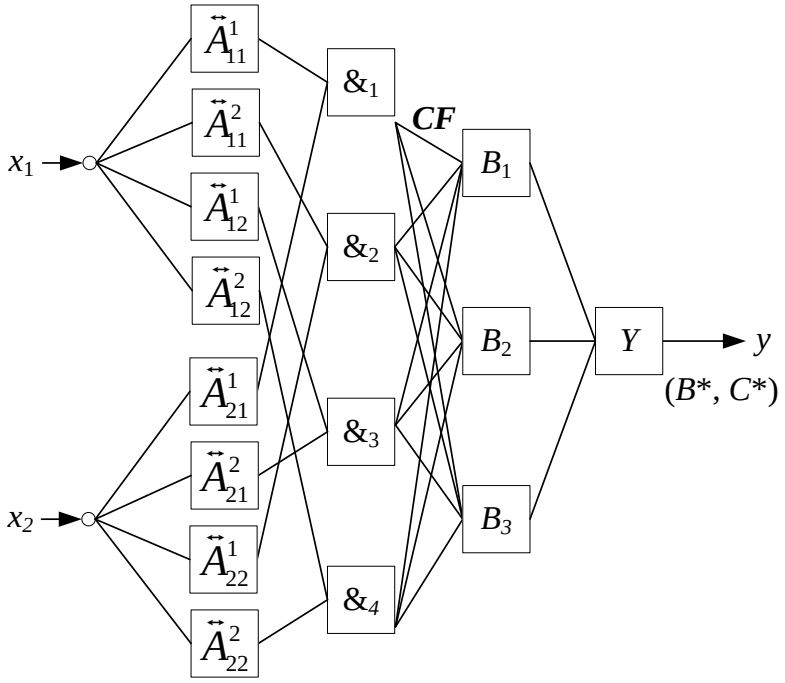


Рис. 2. Пример предложенной структуры нечеткой нейронной сети

Предложенная модель реализована в программном комплексе, на базе которого проведены исследования по оценке ее эффективности. Для анализа и моделирования использован общедоступный набор данных «Ирисы Фишера» [18] с различным числом входных градаций (см. рис. 3).

Выберите поля с градациями

X1 X2 X3 X4

Выберите число градаций для каждого поля

3 5 4 6

	X1	X2	X3	X4	Y
1	51	35	14	2	iris-setosa
2	49	30	14	2	iris-setosa
3	47	32	13	2	iris-setosa
4	46	31	15	2	iris-setosa
5	50	36	14	2	iris-setosa
6	54	39	17	4	iris-setosa
7	46	34	14	3	iris-setosa
8	50	34	15	2	iris-setosa
9	44	29	14	2	iris-setosa
10	49	31	15	1	iris-setosa
11	54	37	15	2	iris-setosa
12	48	34	16	2	iris-setosa
13	48	30	14	1	iris-setosa

Рис. 3. Загрузка данных для анализа и выбор числа входных градаций

Сформированы две базы знаний с 73 нечеткими правилами каждая. Первая база формировалась с использованием исходной модели, а вторая – с использованием предложенной модели.

В таблице 1 показаны значения метрик для каждой из сформированных баз знаний на обучающей (ОВ) и тестовой (ТВ) выборках данных [19-21].

Табл. 1. Метрики оценки качества классификации для сформированных баз знаний

Модель	Значения метрик качества классификации			
	Accuracy (ОВ / ТВ)	*Precision* (ОВ / ТВ)	*Recall* (ОВ / ТВ)	*F*1-*Score* (ОВ / ТВ)
Исходная	0,9467 / 0,9286	0,9267 / 0,9091	0,92 / 0,9	0,9195 / 0,8885
Предложенная	0,9644 / 1	0,9509 / 1	0,9467 / 1	0,9469 / 1

Из таблицы видно, что при использовании модифицированной модели нечеткой нейронной сети получены лучшие значения метрик. Это свидетельствует о ее эффективности и возможности практического использования в качестве инструмента для формирования баз знаний.

Источники

1. Сасева А.В., Пучков А.Ю. Разработка нечеткой экспертной системы в системе Matlab // Новая наука: Современное состояние и пути развития. 2016. № 3-2. С. 172-174.
2. Махортов С.Д. Алгебраическая модель интеллектуальной системы с нечеткими правилами // Программная инженерия. 2019. Т. 10. № 11. С. 457-463.
3. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нечёткая экспертная система диагностики маслонаполненных силовых трансформаторов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 148-154.
4. Исмиханов З.Н., Шамхалова А.С., Султанова К.М. Вопросы структуризации знаний эксперта в виде когнитивных карт // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 4-2. С. 247-250.
5. Теплюк О.В., Селетков И.П. База знании для нечеткои системы поддержки постановки диагноза // Вестник Пермского университета. Серия: Информационные системы и технологии. 2018. № 1. С. 79-85.
6. Абдулхаков А.Р., Катасёв А.С. Кластерно-генетический метод редукции баз знаний интеллектуальных систем // Фундаментальные исследования. 2015. № 5-3. С. 471-475.
7. Основина О.Н., Жуков П.И. Моделирование базы знаний для поддержки эксплуатации технологического оборудования // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2019. Т. 15. № 6. С. 30-37.
8. Тиличко Ю.Н., Спесивцев А.В., Спесивцев В.А. Оценивание комплексной безопасности особо важных объектов на основе экспертных знаний // Мягкие измерения и вычисления. 2023. Т. 62. № 1. С. 85-99.

9. Ходашинский И.А., Сарин К.С. Методика построения компактных и точных нечетких систем типа Такаги-Сугено // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2016. Т. 19. № 1. С. 50-56.

10. Емалетдинова Л.Ю., Катасёв А.С., Назаров М.А. Нейронечеткая модель построения контуров на изображении // Инженерный вестник Дона. 2023. № 7 (103). С. 71-80.

11. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.

12. Катасёва Д.В., Баринов А.И. Нейронечеткая модель определения фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 69-72.

13. Аверкин А.Н. Извлечение правил из классических, глубоких нейронных сетей и нейро-нечетких сетей // Речевые технологии. 2020. № 3-4. С. 76-85.

14. Катасёва Д.В. Нейронечеткая модель и программный комплекс формирования баз знаний для оценки состояния объектов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2022. № 1 (57). С. 65-76.

15. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс определения функционального состояния человека // Автоматизация процессов управления. 2017. № 3 (49). С. 88-95.

16. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Шлеймович М.П. К вопросу о бесконтактном определении физиологического состояния человека // Вестник НЦБЖД. 2015. № 1 (23). С. 13-21.

17. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Подольская М.А. Модель коллектива нейронных сетей и программный комплекс для определения функционального состояния человека // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2018. № 1 (41). С. 69-85.

18. Заяц А.М., Хабаров С.П. Построение нейронной сети классификации ирисов Фишера на базе JavaScript // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019. № 226. С. 233-247.

19. Фадеева М.А. Применение метрик качества моделей бинарной классификации // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. 2023. № 1. С. 1104-1107.

20. Пырнова О.А. Метод интеллектуального анализа данных для диагностики хронических заболеваний почек // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 254-256.

21. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.

УДК 004.032:621.31

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Хатипова Линиза Фаниловна, Алексеев Илья Петрович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
scorpion.lk@mail.ru, nemo.alexo@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрена проблема увеличения отказов трансформаторных установок, а также приведён пример решения этой проблемы, применяемого на сегодняшний день – системы мониторинга элементов трансформатора. Также обоснована актуальность применения свёрточных нейронных сетей как части данной системы. Описаны некоторые этапы подготовки данных, полученных системой, для использования их в качестве входных данных для алгоритма нейронных сетей.

Ключевые слова: трансформаторная установка, элементы трансформатора, диагностирование, мониторинг, свёрточные нейронные сети, обработка изображения, прогнозирование.

APPLICATION OF NEURAL NETWORK ALGORITHMS IN THE PROCESS OF DIAGNOSING THE STATE OF TRANSFORMER INSTALLATION

Khatipova Linisa Fanilovna, Alekseev Ilya Petrovich
KSPEU, Kazan, Russia
scorpion.lk@mail.ru, nemo.alexo@mail.ru

Abstract. This article considers the problem of increasing failures of transformer systems, and also gives an example of a solution to this problem, used to date - the system of monitoring of transformer elements. The relevance of using convolutional neural networks as a part of this system is also substantiated. Some stages of preparation of the data obtained by the system to use them as input data for the algorithm of neural networks are described.

Keywords: transformer plant, transformer elements, diagnostics, monitoring, convolutional neural networks, image processing, prediction.

Трансформаторные установки занимают центральное место в системе распределения электрической энергии. На сегодняшний день многие действующие трансформаторы находятся в состоянии физического или морального износа. По статистике за последнее десятилетие количество отказов трансформаторных подстанций как на территории Российской Федерации, так и

за рубежом увеличилось более чем на 20%. Несмотря на это, данные установки продолжают эксплуатироваться, что связано с высокой стоимостью их замены. В связи с этим возникает необходимость поиска новых или улучшения существующих методов диагностирования состояния трансформаторов для повышения их надежности [1].

Традиционные методы контроля за состоянием трансформаторов направлены на выявление дефектов во внутренних частях оборудования, возникающих в процессе его эксплуатации. Так как мероприятия по диагностированию носят плановый характер и промежутки между проверками бывают достаточно длительными, начальный этап возникновения многих повреждений остается незамеченным, что затрудняет их устранение в будущем. Для решения данной проблемы началось активное внедрение специализированных систем мониторинга, которые способны регистрировать параметры различных узлов трансформаторной установки с периодичностью в несколько минут [2]. Однако подобная инновация стала причиной возникновения новой задачи — быстрая и своевременная обработка получаемых данных.

Анализом поступающей информации и принятием мер по устранению или избежанию возникновения повреждений занимаются операторы, и в виду различных человеческих факторов в процессе мониторинга нередко бывают упущения. Данную задачу можно решить при помощи интеграции в системы диагностирования нейронных сетей (НС).

Алгоритмы нейронных сетей обладают способностью выявления скрытых зависимостей между данными на входе и на выходе, а также обобщения этих данных, что позволяет им прогнозировать будущие значения анализируемой последовательности [3].

Наиболее распространенной проблемой, приводящей к выходу из строя трансформатора, является межвитковое короткое замыкание (КЗ). В системах мониторинга данные о состоянии элементов в основном фиксируются как графики зависимости напряжения, токов обмоток или активной и реактивной мощностей от времени. В случае КЗ на графики наблюдается резкий скачек тока [4]. Зафиксированный интервал графика можно считать изображением, а для обработки и анализа изображений принято использовать свёрточные нейронные сети.

Для использования алгоритмов свёрточных нейронных сетей необходимо выполнить несколько предварительных этапов:

1. Вычисление соотношений между характеристиками элемента трансформатора;

2. Создание структурированного набора данных (массива) на основе вычисленных соотношений, размер которого соответствует ширине изображения;

3. Определение значений экстремумов (максимума и минимума) для установления пределов графического представления зависимостей;

4. Преобразование числовых значений массива в координаты, соответствующие пикселям изображения. В соответствии с этими координатами, цвет пикселей изменяется с белого на черный, формируя визуальное представление данных в виде изображений, которые в последующем подаются на входы свёрточных нейронных сетей. В качестве выходных данных можно задать некоторые числа (например, 1 – незначительное повреждение, 2 – среднее, 3 – приводящее к сбою), которые будут обозначать номер класса того или иного уровня повреждения комплектующего трансформатора [5].

Применение алгоритмов свёрточных нейронных сетей обеспечит возможность непрерывного анализа данных, получаемых системой диагностирования трансформаторной установки, что, в свою очередь, позволит уменьшить количество отказов, и, следовательно, повысить надежность работы оборудования.

Источники

1. Тюрюмина, А. В. Современное состояние вопроса диагностики силовых трансформаторов в зарубежных странах / А. В. Тюрюмина, А. П. Батрак, В. С. Секацкий. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2016. № 8 (112). С. 321-325.

2. Рагимли, И.Н. Диагностика и мониторинг силовых трансформаторов / И.Н. Рагимли, С.В. Рзаева, Х.З. Алиев // Universum: технические науки. 2022. №11 (104).

3. Алексеев, И. П. Диагностика состояния масляного трансформатора с помощью нейросетевого подхода / И. П. Алексеев // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. 2022. С. 168-171.

4. Паздников, И. Л. Определение короткозамкнутых витков в обмотках трансформаторов и дроселей / И. Л. Паздников // Радио. 1990. № 7. С. 68–69.

5. Пехота, А.Н. Технология использования свёрточных нейронных сетей при диагностике состояния трансофрматоров / А.Н. Пехота, В.Н. Галушко, И.Л. Громыка. – Текст: непосредственный // Фундаментальные науки. 2021. № 2. С. 63-69.

УДК 004

ИИ В СПОРТЕ: АНАЛИЗ ДАННЫХ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И УЛУЧШЕНИЕ ТРЕНИРОВОК

Чам Кебба, Пырнова Ольга Александровна
КГЭУ, г. Казань, Россия
kebbacham2030@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Аннотация. В статье исследуются возможности применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в спортивной индустрии для анализа данных, прогнозирования результатов и разработки персонализированных тренировочных программ. Рассмотрены современные методы машинного обучения и аналитики больших данных, применяемые для оценки эффективности спортсменов и команд. Приведены примеры успешного внедрения ИИ в профессиональный спорт. Особое внимание уделено перспективам и вызовам, связанным с интеграцией ИИ в спортивную отрасль.

Ключевые слова: искусственный интеллект, спортивная аналитика, прогнозирование результатов, машинное обучение, персонализированные тренировочные программы, разработка стратегии.

AI IN SPORTS: ANALYZING DATA, PREDICTING PERFORMANCE AND IMPROVING TRAINING

Cham Kebba, Olga Aleksandrovna Pyrnova
KSPEU, Kazan, Russia
kebbacham2030@gmail.com, pyrnovao_99@mail.ru

Abstract. The article explores the possibilities of using artificial intelligence (AI) technologies in the sports industry for data analysis, performance forecasting and development of personalized training programs. Modern methods of machine learning and big data analytics used to evaluate the effectiveness of athletes and teams are considered. Examples of successful implementation of AI in professional sports are given. Particular attention is paid to the prospects and challenges associated with the integration of AI into the sports industry.

Keywords: artificial intelligence, sports analytics, performance prediction, machine learning, personalized training programs, strategy development.

Современный спорт становится все более технологичным, и искусственный интеллект (ИИ) играет ключевую роль в его трансформации. Благодаря применению машинного обучения, анализа больших данных, компьютерного зрения и других технологий ИИ, спортивная индустрия

получает новые инструменты для повышения эффективности тренировочных процессов, прогнозирования результатов и предотвращения травм. В данной статье рассматриваются основные направления использования ИИ в спорте, их практическая значимость и перспективы развития.

Одним из ключевых направлений применения ИИ в спорте является анализ данных. Современные технологии позволяют собирать и обрабатывать информацию о физическом состоянии спортсменов, их технике и тактике. Для этого используются носимые устройства и датчики, которые отслеживают такие параметры, как скорость, частота сердечных сокращений, ускорение и уровень усталости [1, 2].

Кроме того, анализ видеозаписей с помощью искусственного интеллекта позволяет выявлять закономерности в поведении и взаимодействии игроков и команд. Это позволяет тренерам разрабатывать более эффективные стратегии и тактики. Таким образом, спортсмены добиваются высоких результатов в различных видах спорта [3]. Примеры подобных датчиков представлены на рисунке 1.

Рис 1. Устройство для сбора данных

Машинное обучение, являющееся подразделом искусственного интеллекта, активно используется в прогнозировании спортивных результатов. Алгоритмы способны предсказывать исходы матчей на основе исторических данных команды, ее текущей формы, а также анализировать потенциал соперников. На рисунке 2 представлена работа программы, которая на основе видеоанализа футбольного матча определяет ключевые моменты игры, такие как позиции игроков, траектории движения мяча и зоны контроля на поле. Система выделяет игроков, отслеживает их перемещения и оценивает эффективность командных взаимодействий. Это позволяет тренерам и

аналитикам получать детализированную информацию для разработки более эффективных стратегий и тактик.

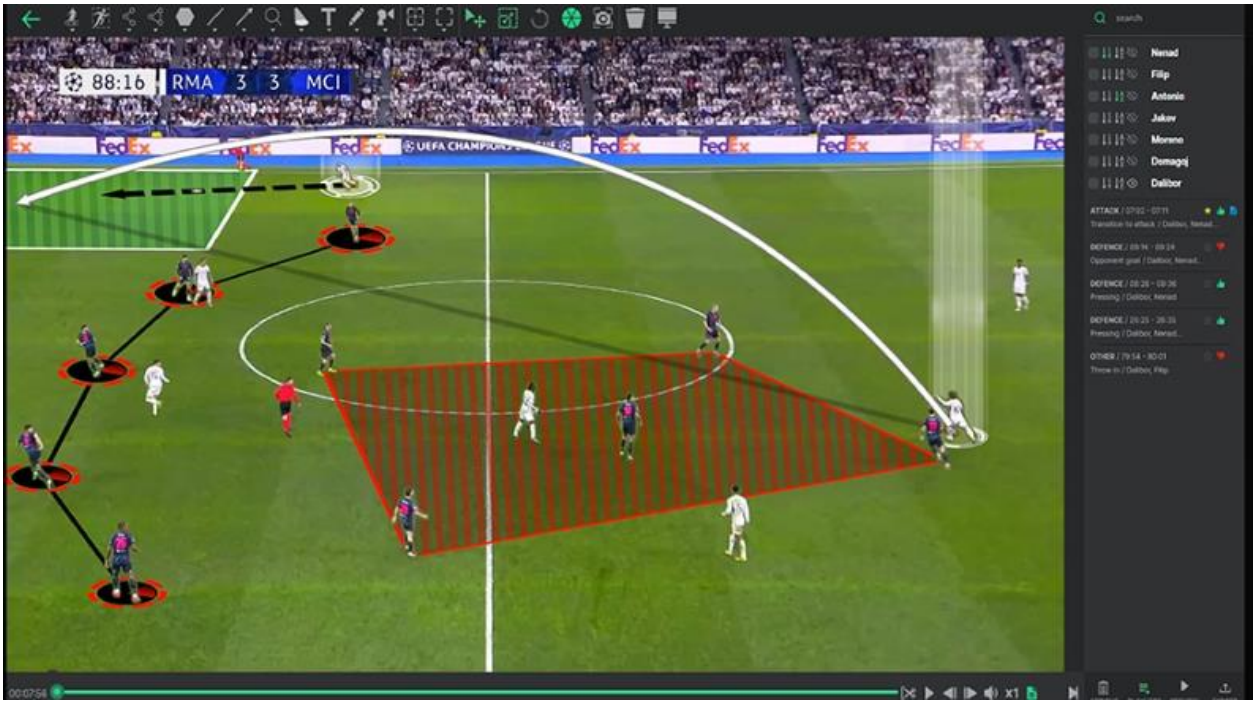


Рис 2. Видеоанализ в футболе

Также, важным аспектом является прогнозирование рисков травм. Модели машинного обучения анализируют закономерности в тренировочных нагрузках, биомеханику и истории и медицинскую историю спортсменов, что позволяет своевременно выявлять потенциальные угрозы [4-6]. Например, в баскетболе системы на основе ИИ анализируют статистику игроков и предсказывают их эффективность в будущих играх [7]. ИИ открывает новые возможности для разработки персонализированных тренировочных программ. Реабилитационные программы на основе искусственного интеллекта учитывают индивидуальные особенности спорстменов, их прогресс и текущее состояние, что позволяет оптимизировать процесс восстановления [8].

Несмотря на значительные успехи, внедрение ИИ в спортивную индустрию сопряжено с рядом вызовов. К ним относятся необходимость обеспечения конфиденциальности данных, высокая стоимость технологий и необходимость подготовки квалифицированных специалистов [9]. Однако потенциал ИИ в спорте огромен, и его дальнейшее развитие может привести к революционным изменениям в подготовке спортсменов и управлении командами.

Искусственный интеллект становится неотъемлемой частью современного спорта, предоставляя новые инструменты для анализа данных, прогнозирования результатов и оптимизации тренировочных процессов.

Успешное внедрение ИИ требует не только технологических инноваций, но и решения этических, финансовых и образовательных задач [10, 11]. Будущее спортивной индустрии во многом зависит от того, насколько эффективно будут использованы возможности ИИ.

Источники

1. Smith, J. et al. Wearable Technology in Sports: A Comprehensive Review // Journal of Sports Science. – 2020. – № 45(3). – Pp. 123-135.

2. Football analysis software / [Электронный ресурс] // Catapault: [сайт]. – URL: https://www.catapult.com/sports/football (дата обращения: 23.03.2025).

3. Johnson L. AI in Football: Tactical Analysis and Performance Optimization // International Journal of Sports Analytics. – 2021. – № 12(2). – Pp. 89-102.

4. Lee H. Personalized Training Programs Using AI: A Case Study in Athletics // Journal of Applied Sports Science. – 2023 – № 30(1). – 45-60.

5. Eetvelde H. V., Mendonça L. D., Ley C., Seil R., Tisher T. Machine learning methods in sport injury prediction and prevention: a systemtic review // Journal of Experimental Orthopaedics. – 2021. – № 8(1). – Pp. 9-15.

6. Williams P. The Role of AI in Injury Prevention and Recovery // Sports Medicine Today. – 2021. – № 22(5). – Pp. 112-125.

7. Brown R. Machine Learning for Predicting Basketball Performance // Sports Technology Review. – 2022. – № 18(4). – Pp. 56-68.

8. Guelmani N., Fekih-Romdhane F., Mechraoui O., Bragazzi N. L. Injury prevention, optimized training and rehabilitation: How is AI reshaping the field of sports medicine // New Asian Journal of Medicine – 2023. – № 1(1). – Pp. 30-34.

9. Sampaio T., Oliveira J. P., Marianho D. A., Neiva H. P., Morais J. E. Applications of machine learning to optimize tennis performance: A systematic review // Applied sciences, 2024. – № 14 (13) – Pp. 14-20.

10. Гачаев А.М., Вахаева Д.А., Овсеенко Г.А. Общая тенденция развития отрасли основных технологий искусственного интеллекта // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 10. № 9 (150). С. 120-125.

11. Зарипова Р.С., Пырнова О.А. Применение компьютерного моделирования в технической подготовке спортсменов // Физическая культура, спорт, туризм: наука, образование, информационные технологии: материалы Всероссийской с международным участием заочной научно-практической конференции. Казань, 2022. С. 479-482.

УДК 004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ТЕХНОЛОГИИ, КОТОРЫЕ ИЗМЕНЯТ БУДУЩЕЕ

Чарыева Майса Амангельдиевна
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
annageldievamaysa@gmail.com

Аннотация. Технологии искусственного интеллекта (ИИ) активно развиваются и находят применение в различных областях, таких как медицина, транспорт, финансы и потребительские технологии. ИИ позволяет автоматизировать процессы, улучшать точность обработки данных и разрабатывать инновационные решения. В статье рассматриваются ключевые технологии ИИ, такие как машинное обучение, глубокое обучение, нейронные сети и обработка естественного языка. Также освещены преимущества и вызовы использования ИИ, включая этические вопросы и возможную зависимость от технологий. В будущем ожидается, что ИИ будет играть важную роль в решении глобальных проблем человечества, таких как изменение климата и борьба с болезнями. Важно учитывать не только технические возможности, но и этические аспекты при его развитии.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), технологии, машинное обучение, глубокое обучение, нейронные сети, этические вопросы, автономия, зависимость от технологий.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE: TECHNOLOGIES THAT WILL CHANGE THE FUTURE

Charyyeva Maysa Amangeldiyevna
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
annageldievamaysa @gmail.com

Abstract. Artificial Intelligence (AI) technologies are rapidly developing and being applied in various fields such as healthcare, transportation, finance, and consumer technologies. AI enables process automation, improves data processing accuracy, and fosters the development of innovative solutions. This article explores key AI technologies such as machine learning, deep learning, neural networks, and natural language processing. It also addresses the advantages and challenges of using AI, including ethical concerns and the potential dependency on technologies. In the future, AI is expected to play a crucial role in addressing global issues such as climate change and combating diseases. It is important to consider not only the technical capabilities but also the ethical aspects in its development.

Keywords: artificial intelligence (AI), technologies, machine learning, deep learning, neural networks, ethical issues, autonomy, technology dependence.

Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) активно развиваются и находят все большее применение в различных сферах жизни. ИИ становится неотъемлемой частью прогресса в таких областях, как медицина, образование, промышленность, транспорт и многие другие. Одной из ключевых областей в развитии ИИ является использование технологий машинного обучения, нейронных сетей, глубокого обучения и обработки естественного языка, что значительно меняет привычные подходы в решении сложных задач.

1. Что такое искусственный интеллект?

Искусственный интеллект (ИИ) – это область компьютерных наук, которая разрабатывает алгоритмы и системы, способные выполнять задачи, требующие человеческого интеллекта, такие как восприятие, принятие решений, обучение и взаимодействие с окружающей средой. Эти системы могут адаптироваться к изменяющимся условиям, учиться на ошибках и совершенствоваться.

2. Ключевые технологии искусственного интеллекта.

Основные технологии, которые лежат в основе современного ИИ, включают в себя:

– Машинное обучение (ML): Это метод, при котором машины обучаются на основе анализа больших объемов данных, выявляя закономерности и делая прогнозы. Важно отметить, что с каждым новым обучением такие системы становятся все более точными и эффективными. Машинное обучение используется в различных сферах, включая финансовые технологии, медицину, рекомендации на веб-сайтах и в приложениях.

– Глубокое обучение (DL): Это одна из разновидностей машинного обучения, использующая многослойные нейронные сети для решения сложных задач. Глубокое обучение применяют в таких областях, как распознавание изображений и речи, автопилоты в автомобилях, а также для разработки чат-ботов, как этот.

– Нейронные сети: Эти системы пытаются имитировать работу человеческого мозга, состоящего из нейронов. Нейронные сети могут обучаться на данных и принимать решения, что делает их эффективными для задач, требующих распознавания образов или сложной обработки информации.

– Обработка естественного языка (NLP): Эта технология позволяет машинам понимать, анализировать и генерировать текст, как это делает человек. Она используется в чат-ботах, системах перевода, голосовых помощниках (например, Siri и Google Assistant), а также для анализа отзывов и комментариев на различных платформах.

3. Применение технологий искусственного интеллекта.

Медицина: ИИ активно используется в медицине для диагностики заболеваний, разработки новых методов лечения и автоматизации рутинных

процедур. Например, системы ИИ могут анализировать медицинские изображения и помогать врачам в обнаружении опухолей, инфекций и других заболеваний с высокой точностью. Также ИИ помогает в прогнозировании заболеваний, оценке рисков и персонализированном подходе к лечению.

Автомобильная промышленность: Одним из самых известных примеров применения ИИ являются автопилоты. Системы, использующие ИИ, способны анализировать дорожную ситуацию, распознавать объекты на пути и принимать решения по управлению автомобилем. Это значительно повышает безопасность и способствует развитию беспилотного транспорта.

Финансовая сфера: В области финансов ИИ используется для алгоритмической торговли, анализа рисков и мошенничества. Банки и другие финансовые учреждения применяют ИИ для прогнозирования рыночных изменений, что позволяет принимать более обоснованные решения.

Потребительские технологии: В повседневной жизни ИИ уже активно используется для персонализированных рекомендаций, таких как рекомендации фильмов на стриминговых платформах или товаров в онлайн-магазинах. Кроме того, голосовые ассистенты и чат-боты становятся незаменимыми помощниками для пользователей.

4. Преимущества и вызовы технологий искусственного интеллекта

Преимущества:

Автоматизация процессов: ИИ помогает автоматизировать рутинные и трудоемкие задачи, что повышает общую эффективность работы.

Улучшение точности и скорости обработки данных: Благодаря ИИ, можно быстро анализировать огромные массивы данных, выявляя скрытые закономерности, что невозможно было бы сделать вручную.

Развитие инноваций: ИИ открывает новые горизонты для создания инновационных решений в различных областях науки и технологий.

Вызовы:

Этические и социальные вопросы: Вопросы, связанные с безопасностью данных, конфиденциальностью, а также возможностью замещения рабочих мест машинами, являются одними из главных вызовов.

Зависимость от технологий: Усиленное внедрение ИИ может привести к избыточной зависимости от технологий и ослаблению человеческого контроля.

Неопределенность в регулировании:

Отсутствие четких и глобальных стандартов регулирования использования ИИ может привести к его злоупотреблению или неправильному применению.

5. Будущее искусственного интеллекта

Искусственный интеллект продолжает активно развиваться и совершенствоваться. В будущем можно ожидать, что ИИ будет играть все

более важную роль в принятии решений в реальном времени, развитии автономных технологий и решении глобальных проблем человечества, таких как изменение климата и борьба с болезнями.

Искусственный интеллект – это мощный инструмент, который имеет огромный потенциал для улучшения качества жизни и преобразования различных сфер нашей деятельности. Однако важно помнить, что с развитием технологий необходимо уделять внимание не только их техническим возможностям, но и этическим аспектам, чтобы ИИ служил на благо общества и человечества в целом.

Источники

1. Рассел, С., Норвиг, П. «Искусственный интеллект: современный подход». – М.: Вильямс, 2020.

2. Гудфеллоу, И., Бенджио, Й., Курвиль, А. «Глубокое обучение». – М.: МИТ Пресс, 2016.

3. Шахова, О. А. «Механизмы контроля и подотчётности в искусственном интеллекте». – М.: РГГУ, 2020.

4. Чоллет, Ф. «Глубокое обучение с Python». – М.: Мэннинг, 2018.

УДК 004.8

ЭТИКА И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Чарыева Майса Амангельдиевна
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
annageldievamaysa@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются ключевые вопросы, связанные с этическими аспектами и ответственностью при разработке алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ). Особое внимание уделяется анализу потенциальных рисков, социальным и правовым аспектам, а также необходимости интеграции этических принципов на всех этапах жизненного цикла разработки ИИ. Обсуждаются подходы к минимизации предвзятости алгоритмов, защите данных и обеспечению прозрачности процессов принятия решений.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), дискриминация, конфиденциальность, интеграция, подотчетность.

ETHICS AND RESPONSIBILITY IN THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS

Charyyeva Maysa Amangeldiyevna
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
annageldievamaysa@gmail.com

Abstract. This article examines key issues related to ethical aspects and responsibility in the development of artificial intelligence (AI) algorithms. Particular attention is paid to the analysis of potential risks, social and legal aspects, as well as the need to integrate ethical principles at all stages of the AI development lifecycle. Approaches to minimizing algorithm bias, protecting data, and ensuring transparency in decision-making processes are discussed.

Keywords: artificial intelligence (AI), discrimination, confidentiality, integration, accountability.

Развитие технологий искусственного интеллекта открывает широкие возможности в различных сферах человеческой деятельности, от медицины до финансовых рынков. Однако с ростом влияния ИИ возрастают и сопутствующие риски: предвзятость, дискриминация, утрата контроля над автоматизированными системами. Этические принципы и ответственность разработчиков становятся необходимыми условиями для безопасного и справедливого внедрения ИИ в общественную жизнь.

Теоретические основы этики в ИИ Основные понятия и принципы.

Этические принципы в контексте ИИ включают такие понятия, как справедливость, прозрачность, подотчётность и уважение к правам человека. Этика требует, чтобы алгоритмы не только достигали высоких технических результатов, но и соответствовали общественным нормам, способствовали социальной справедливости и минимизировали потенциальный вред.

Исторический обзор.

Исторически развитие этических норм в технологиях проходило параллельно с появлением новых информационных систем. С ростом вычислительной мощности и распространением алгоритмов машинного обучения стали появляться специализированные исследования, посвященные этическим дилеммам и методологиям оценки риска, связанными с автоматизированными решениями.

Этические вызовы в разработке алгоритмов ИИ Предвзятость и дискриминация.

Алгоритмы машинного обучения часто обучаются на данных, содержащих исторические предубеждения. Это может приводить к усилению социального неравенства. В статье анализируются методы обнаружения и коррекции таких предвзятостей, а также лучшие практики по формированию сбалансированных наборов данных.

Защита данных и конфиденциальность.

При разработке ИИ критически важным является соблюдение норм по защите персональных данных. Рассматриваются вопросы анонимизации данных, обеспечение безопасности хранения и обработки информации, а также правовые аспекты, связанные с международными стандартами и регуляциями, такими как GDPR.

Ответственность и подотчётность.

Вопрос распределения ответственности за действия ИИ требует внимания как с юридической, так и с этической точек зрения. Статья анализирует модели совместной ответственности, где разработчики, пользователи и регуляторы делят обязанности по предотвращению негативных последствий применения ИИ.

Практические подходы и рекомендации Интеграция этических стандартов в жизненный цикл разработки.

Рекомендуется включать экспертов по этике на всех этапах разработки: от постановки задачи до тестирования и эксплуатации. Такие меры помогают заблаговременно выявлять потенциальные проблемы и корректировать архитектуру системы с учётом моральных и социальных аспектов.

Образование и повышение квалификации специалистов

Развитие междисциплинарных программ, объединяющих технические и гуманитарные науки, способствует формированию у разработчиков глубокого понимания этических проблем. Образовательные инициативы, семинары и конференции по вопросам ответственности в ИИ помогут создать культуру, ориентированную на этическое мышление.

Этические аспекты разработки алгоритмов искусственного интеллекта становятся определяющим фактором в формировании доверия общества к новым технологиям. Интеграция этических принципов, обеспечение прозрачности и ответственности разработчиков, а также активное участие всех заинтересованных сторон являются необходимыми условиями для создания безопасных и справедливых ИИ-систем. Будущие исследования должны сосредоточиться на разработке стандартов и методик, способных обеспечить баланс между инновациями и соблюдением прав человека.

Источники

1. Ковальчук, Н. В. «Информационная безопасность: теоретические и практические аспекты». – М.: Наука, 2020.

2. Гусев, И. П. «Этика и искусственный интеллект: вызовы и перспективы». – М.: Институт философии РАН, 2021.

3. Шахова, О. А. «Механизмы контроля и подотчётности в искусственном интеллекте». – М.: РГГУ, 2020.

4. Иванова, Н. А. «Этика технологий: от машинного обучения до искусственного интеллекта». – М.: Юрайт, 2021.

5. Черняк, В. Ю. «Правовые и этические аспекты использования искусственного интеллекта». — М.: Статут, 2021.

УДК 621-313.3

АНТИФРОД СИСТЕМЫ В BIG DATA

Черемисин Даниил Александрович, Ковалева Ольга Александровна, Ковалев Сергей Владимирович
КГЭУ, г. Казань, Россия
thedenchil2000@gmail.com

Аннотация. Антифрод системы в *BigData* представляют собой комплекс технологий и методов анализа больших объемов данных для выявления и предотвращения мошеннических действий. Используя машинное обучение, анализ паттернов поведения и обработку данных в реальном времени, такие системы способны обнаруживать аномалии, подозрительные транзакции и другие признаки мошенничества. Благодаря масштабируемости *BigData*, антифрод системы эффективно работают в банковской сфере, страховании, электронной коммерции и других областях, минимизируя финансовые потери и повышая уровень безопасности.

Ключевые слова: обнаружение мошенничества, большие данные, машинное обучение, анализ аномалий, безопасность транзакций.

ANTIFRAUD SYSTEMS IN BIG DATA

Cheremisin Daniil Aleksandrovich, Kovaleva Olga Aleksandrovna, Kovalev Sergey Vladimirovich
KSPEU, Kazan, Russia
thedenchil2000@gmail.com

Abstract. Anti-fraud systems in BigData leverage advanced technologies and large-scale data analysis to detect and prevent fraudulent activities. By utilizing machine learning, behavioral pattern analysis, and real-time data processing, these systems identify anomalies, suspicious transactions, and fraud indicators. BigData's scalability enables anti-fraud solutions to operate effectively in banking, insurance, e-commerce, and other industries, reducing financial losses and enhancing security.

Keywords: fraud detection, big Data, machine learning, anomaly detection, transaction security

Мошенничество в финансовой сфере, электронной коммерции и других отраслях наносит огромные убытки бизнесу. Традиционные методы борьбы с мошенничеством уже не справляются с новыми схемами обмана, поэтому на помощь приходят антифрод-системы на основе *BigData*. Они позволяют

анализировать огромные объемы данных в реальном времени, выявлять подозрительные операции и предотвращать финансовые потери.

Антифрод (*Anti-Fraud*) – это программные решения, направленные на обнаружение и предотвращение мошеннических действий [1]. В *BigData* такие системы работают со структурированными и неструктурированными данными, включая транзакции, логи действий пользователей, данные устройств и *IP*-адреса, а также биометрические показатели [2].

Машинное обучение играет ключевую роль в современных антифрод-системах. Обучение с учителем (*Supervised Learning*) предполагает тренировку моделей на размеченных данных, таких как известные случаи мошенничества. Обучение без учителя (*Unsupervised Learning*) позволяет находить аномалии без заранее определенных шаблонов [3]. Глубокое обучение (*Deep Learning*) с использованием нейросетей помогает анализировать сложные паттерны поведения пользователей. Другой важной технологией является анализ графов (*Graph Analysis*), который выявляет скрытые связи между мошенниками, такие как общие *IP*-адреса, устройства или банковские счета. Также критически важна обработка данных в реальном времени с использованием стриминговых технологий (*Apache Kafka, Apache Flink*), что позволяет блокировать подозрительные операции до их завершения.

Антифрод-системы активно используются в банковском секторе и платежных системах для обнаружения поддельных транзакций. В страховой сфере они помогают выявлять ложные страховые случаи [4]. Электронная коммерция применяет эти системы для борьбы с мошенническими возвратами (*chargeback fraud*). Телекоммуникационные компании используют антифрод-решения для предотвращения *SIM*-своппинга и мошеннических звонков.

Среди готовых решений можно выделить *IBM Safer Payments – AI*-платформу для банков, и *SAS Fraud Management*, обеспечивающую аналитику в реальном времени [5]. Крупные финтех-компании часто разрабатывают собственные системы, адаптированные под специфику их бизнеса.

Несмотря на эффективность, антифрод-системы сталкиваются с рядом вызовов. Ложные срабатывания (*false positives*) остаются серьезной проблемой, требующей тонкой настройки алгоритмов. Мошенники постоянно совершенствуют свои схемы, что вынуждает разработчиков регулярно обновлять модели. Также важно учитывать вопросы конфиденциальности данных в свете таких регуляторных требований, как *GDPR* и ФЗ-152 [1]. Среди перспективных направлений развития можно отметить использование предиктивной аналитики для упреждающего выявления угроз. Интеграция с блокчейном может повысить надежность верификации транзакций. В долгосрочной перспективе применение квантовых вычислений способно значительно ускорить обработку больших массивов данных. рядом вызовов.

Ложные срабатывания (*false positives*) остаются серьезной проблемой, требующей тонкой настройки алгоритмов. Мошенники постоянно совершенствуют свои схемы, что вынуждает разработчиков регулярно обновлять модели [2]. Также важно учитывать вопросы конфиденциальности данных в свете таких регуляторных требований, как *GDPR* и ФЗ-152. Среди перспективных направлений развития можно отметить использование предиктивной аналитики для упреждающего выявления угроз. Интеграция с блокчейном может повысить надежность верификации транзакций [3]. В долгосрочной перспективе применение квантовых вычислений способно значительно ускорить обработку больших массивов данных [4].

Антифрод-системы на базе *BigData* стали неотъемлемым инструментом защиты бизнеса от мошенничества. Комбинация машинного обучения, анализа графов и обработки данных в реальном времени позволяет компаниям эффективно противодействовать финансовым преступлениям [5]. В будущем развитие искусственного интеллекта и новых вычислительных технологий откроет дополнительные возможности для совершенствования этих систем. Для достижения наилучших результатов рекомендуется инвестировать в регулярное обновление моделей на основе актуальных данных, внедрять многоуровневую защиту, сочетающую алгоритмы машинного обучения с экспертной аналитикой, и постоянно отслеживать новые виды кибермошенничества.

Источники

1. Иванов А.В., Петров С.К., Сидоров Д.М. Современные методы обнаружения мошенничества в финансовых транзакциях с использованием BigData // Кибербезопасность и защита информации. 2021. Т. 9. № 3. С. 45-52.
2. Смирнова Е.Л., Козлов В.П. Применение машинного обучения для выявления аномальных транзакций в банковской сфере // Искусственный интеллект и принятие решений. 2020. Т. 13. № 4. С. 78-85.
3. Нургалиев Р.Р., Абдуллин Р.З. Анализ графовых моделей для выявления мошеннических схем в электронной коммерции // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 1. С. 112-120.
4. Васильев М.И., Кузнецова Т.П. Реализация антифрод-систем в реальном времени на платформе Apache Flink // Программные системы и вычислительные методы. 2019. Т. 8. № 2. С. 34-42.
5. Галимов Р.Р., Шайхутдинов Р.И. Сравнительный анализ методов обработки больших данных для задач финансовой безопасности // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2020. Т. 11. № 5. С. 27-35.

УДК 004.8

ВЛИЯНИЕ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ НА РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Шепилов Никита Андреевич, Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
nikitka_shepilov@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос влияния квантовых компьютеров на развитие технологий искусственного интеллекта. Автором отмечается эффективность применения квантовых вычислительных устройств в рамках системы искусственного интеллекта. Комбинированный потенциал этих двух технологий предоставляет новые возможности для решения сложных проблем и создания более эффективных и инновационных приложений.

Ключевые слова: квантовые компьютеры, искусственный интеллект, логические операции, нейросети.

THE IMPACT OF QUANTUM COMPUTERS ON THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

Shepilov Nikita Andreevich, Soloviev Valery Ivanovich
Tayrida College (structural unit) V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
nikitka_shepilov@bk.ru

Abstract. The article examines the impact of quantum computers on the development of artificial intelligence technologies. The author notes the effectiveness of using quantum computing devices within the framework of an artificial intelligence system. The combined potential of these two technologies provides new opportunities to solve complex problems and create more efficient and innovative applications.

Keywords: quantum computers, artificial intelligence, logical operations, neural networks.

Современный мир – это сочетание информационных технологий и искусственного интеллекта (ИИ) и вычисления играют в нём решающую роль. Квантовый компьютер может удваивать объем обрабатываемой информации с каждым добавленным кубитом: 1 кубит обрабатывает 2 состояния, 2 кубита – 4 состояния, а 3 кубита – уже 8 состояний. В настоящее время вычислительные технологии развиваются параллельно с развитием искусственного интеллекта. Современные квантовые компьютеры обрабатывают 1000 кубитов, но это позволяет достичь явного преимущества над классическими компьютерами.

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных влиянию квантовых компьютеров на развитие технологий искусственного интеллекта.

Квантовые компьютеры – это новое поколение компьютеров, которое использует квантовые биты, или кубиты, вместо классических битов. Квантовые биты могут находиться во всех состояниях сразу благодаря явлениям квантовой механики, таким как суперпозиция и запутанность. Это дает им огромное преимущество в решении определенных задач [1].

Исследователи Н. В. Войтенко, Е. А. Шутова в своей статье «Основные понятия и перспективы развития квантовых компьютеров» указывают на то, что «в последние десятилетия мы стали свидетелями уникального витка в развитии информационных технологий, предвестником которого стало появление квантовых компьютеров.» [2, с. 134].

Прогноз уверенного роста расходов на генеративный ИИ в мире, млрд долл. США, по годам до 2030 г. показан на рис. 1.

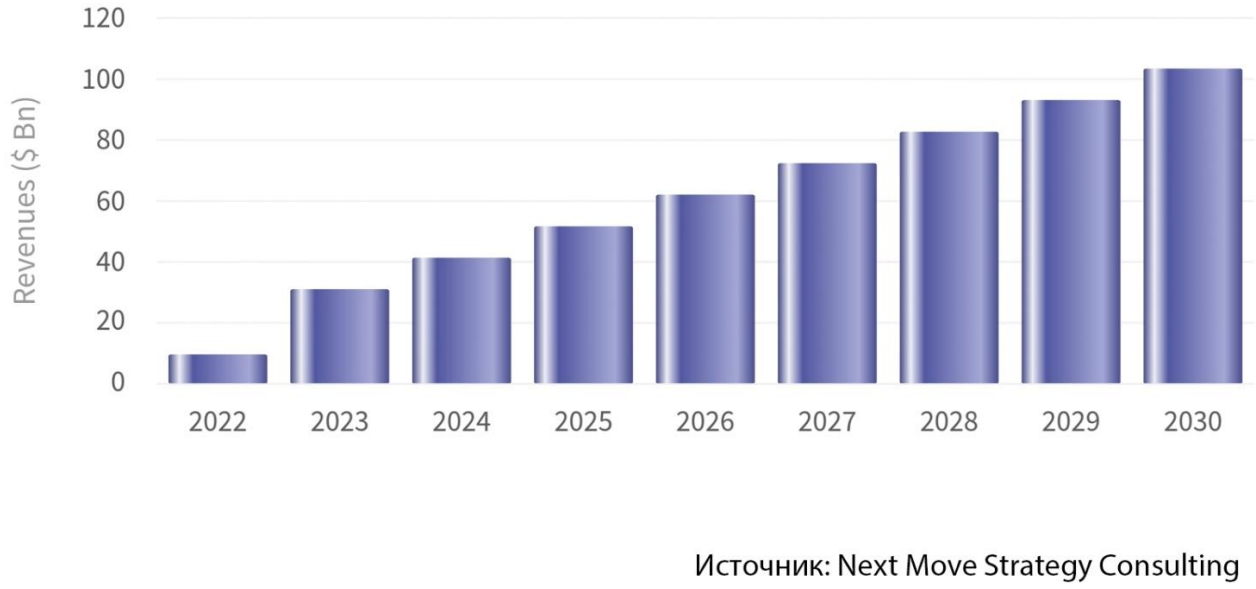


Рис. 1. Прогноз уверенного роста расходов на генеративный ИИ в мире, млрд долл. США, по годам до 2030 г.

Мировой оборот генеративного искусственного интеллекта, по оценке Grand View Research, в ближайшие годы будет расти со среднегодовым темпом почти в 35% и к 2030-му превысит 109 млрд долл. США.

Другой активно растущий сегмент – квантовые вычисления во всей их совокупности; от создания аппаратных устройств до разработки API и прикладного программного обеспечения, включая предоставление доступа к квантовым компьютерам через облако. Эксперты из Market Insights Reports

ожидают увеличения оборота с 230 млн долл. в 2022 г. до 2,04 млрд в 2029-м со среднегодовым темпом 36,5% [3].

По нашему мнению, каждый год суммы, вкладываемые в развитие квантовых технологий, увеличиваются и такой рост будет сохранен как минимум до 2030 года.

М. В. Алтайский, Н. Н. Зольникова в своей статье «Квантовые системы искусственного интеллекта» отмечают, что «понятие квантового искусственного интеллекта выросло из описания систем искусственного интеллекта, реализуемых программным образом на обычных компьютерах, или выполненных аппаратно, на базе специализированной микроэлектроники, когда стало ясно, что возможности электронных вычислительных устройств при обработке больших данных существенно ограничены быстродействием этих компьютеров при выполнении стандартных операций булевой алгебры.» [4, с. 27]. По мнению авторов к этому времени уже были сформулированы основные идеи квантовых вычислений, открывающих возможность решения экспоненциально сложных задач за полиномиальное время за счёт квантового параллелизма. [4, с. 27].

И. А. Захарченко, В. В. Хлебникова в своей статье «Возможности применения искусственного интеллекта» констатируют, что «в ближайшее время ожидается большой скачок в развитии искусственного интеллекта благодаря квантовому компьютеру. Искусственный интеллект основывается на возможности обучения в процессе своего жизненного цикла, иначе говоря на основе обратной связи постепенно обзаводиться машинным интеллектом, то есть постепенно и самостоятельно обучается выполнению задач определенного типа. Искусственный интеллект на базе квантового компьютера непременно станет прорывом 21 века.» [5, с. 46].

В результате проведённого исследования нами сделан вывод о том, что искусственный интеллект считается одной из наиболее важных технологий. В направлении совместного использования квантовых компьютеров имеет смысл обратить внимание на искусственный интеллект.

По нашему мнению, интеграция квантовых компьютеров и искусственного интеллекта обещает в будущем быть очень перспективным. Комбинированный потенциал этих двух технологий предоставляет уникальные возможности решения сложных проблем и создания более эффективных и инновационных приложений.

Квантовые вычисления становятся ключевым фактором развития искусственного интеллекта будущего. Экспоненциальный рост вычислительной мощности квантовых компьютеров открывает принципиально новые возможности для решения сложных задач, недоступных традиционным компьютерам.

Таким образом, квантовые компьютеры целесообразно использовать для проведения сложнейших расчетов, недоступных для обычных компьютеров.

Источники

1. Квантовые компьютеры и искусственный интеллект: Будущее вычислений [Электронный ресурс]. https://dzen.ru/a/ZUgLvEcljVI8p0eD (дата обращения: 22.03.25).
2. Войтенко, Н. В. Основные понятия и перспективы развития квантовых компьютеров / Н. В. Войтенко, Е. А. Шутова // Вызовы глобализации и развитие цифрового общества в условиях новой реальности : Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, Москва, 29 декабря 2023 года. – Москва: ООО "ИРОК", 2023. – С. 134-141. – EDN KYAYQB.
3. Квантовый компьютер 2025: Почему Традиционный ИИ Уже Не Справляется [Электронный ресурс]. https://futureby.info/kvantovyj-kompyuter-2025-pochemu-tradiczionnyj-ii-uzhe-ne-spravlyaetsya/ (дата обращения: 22.03.25).
4. Алтайский, М. В. Квантовые системы искусственного интеллекта / М. В. Алтайский, Н. Н. Зольникова // Некоторые аспекты современных проблем механики и информатики: Сборник научных статей / Под редакцией Р.Р. Назирова; Институт космических исследований Российской академии наук. – Москва: Институт космических исследований Российской академии наук, 2018. – С. 27-52. – DOI 10.21046/aspects-2018-27-52. – EDN TMSZHM.
5. Захарченко, И. А. Возможности применения искусственного интеллекта / И. А. Захарченко, В. В. Хлебникова // Мир компьютерных технологий: Сборник статей всероссийской студенческой научно-технической конференции, Севастополь, 02–06 апреля 2018 года / Научный редактор Е.Н. Мащенко. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2018. – С. 45-48. – EDN XZXKAP.

УДК 004.8

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В ЭПОХУ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ И НОВЫЕ ВЫЗОВЫ ДЛЯ МЕНЕДЖЕРОВ

Шигабутдинова Камилла Ринатовна, Пырнова Ольга Александровна, Басырова Эльмира Илдаровна
КГЭУ, г. Казань, Россия
ShigKamilla@yandex.ru, pyrnovao_99@mail.ru, elmira_basyrova@mail.ru

Аннотация. Стремительное развитие искусственного интеллекта (ИИ) трансформирует бизнес-процессы, создавая новые возможности и риски. В статье рассматриваются ключевые аспекты управления рисками в условиях широкого внедрения ИИ: угрозы информационной безопасности, этические дилеммы и новые вызовы для менеджеров. Анализируются методы минимизации рисков, регуляторные требования и стратегии адаптации управления в цифровую эпоху.

Ключевые слова: искусственный интеллект, информационная безопасность, менеджмент, киберугрозы.

RISK MANAGEMENT IN THE ERA OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: INFORMATION SECURITY, ETHICAL ISSUES AND NEW CHALLENGES FOR MANAGERS

Shigabutdinova Kamilla Rinatovna, Pyrnova Olga Aleksandrovna, Basyrova Elmira Ildarovna
KSPEU, Kazan, Russia
ShigKamilla@yandex.ru, pyrnovao_99@mail.ru, elmira_basyrova@mail.ru

Abstract. The rapid development of artificial intelligence (AI) is transforming business processes, creating new opportunities and risks. The article discusses key aspects of risk management in the context of widespread adoption of AI: threats to information security, ethical dilemmas and new challenges for managers. Risk minimization methods, regulatory requirements, and management adaptation strategies in the digital age are analyzed.

Keywords: artificial intelligence, information security, management, cyber threats.

Искусственный интеллект стремительно трансформирует все аспекты современного бизнеса – от клиентской поддержки с помощью чат-ботов до точного прогнозирования рыночного спроса. Однако, чем активнее компании внедряют ИИ, тем чаще они сталкиваются с непредвиденными вызовами: утечками конфиденциальных данных, предвзятыми алгоритмическими

решениями и даже кибератаками, которые сами системы ИИ могут усиливать. С одной стороны, искусственный интеллект способен значительно усилить защиту, автоматизируя обнаружение киберугроз, анализируя большие данные для выявления аномалий и разрабатывая более совершенные системы защиты. Однако, параллельно возникают и новые векторы атак, ведь злоумышленники также используют ИИ для создания сложных и адаптивных киберугроз, автоматизации поиска уязвимостей и распространения дезинформации, тем самым подрывая доверие к информации и создавая дополнительные риски для организаций. Успех в этой гонке вооружений зависит от того, насколько грамотно и продуманно руководство будет применять доступные инструменты [1, 2].

Внедрение ИИ поднимает ряд серьезных этических вопросов, которые требуют особо внимания. К ним относятся:

– предвзятость алгоритмов, которая связана с обучением на данных, отражающих социальные или культурные стереотипы, что сделает решения дискриминационным, например, будь то подбор персонала, кредитные политика или даже судебные вердикты;

– прозрачность: многие алгоритмы ИИ, особенно в области глубокого обучения, являются «черными ящиками», что затрудняет понимание логики их решений и ставит под сомнение их обоснованность;

– сложности в определении того, кто несет ответственность за ошибки или негативные последствия, вызванные решениями ИИ (разработчик алгоритма, пользователь системы или сам ИИ).

Эти вызовы формируют новую парадигму корпоративной этики, где ключевыми принципами становятся справедливость, прозрачность и подотчетность. Так, руководителям предстоит не только осваивать технические аспекты ИИ, но и развивать моральную чуткость, чтобы находить баланс между эффективностью и этичностью.

В этой ситуации, менеджмент сталкивается с целым рядом новых вызовов, а именно: создание этических стандартов для использования ИИ; обеспечение прозрачности алгоритмических решений; защита данных от несанкционированного доступа; обучение сотрудников новым навыкам; создание культуры открытости и доверия к технологиям. Ответы на эти вопросы требуют выхода за рамки традиционных подходов к управлению рисками. Необходимы гибкие стратегии, адаптирующиеся к стремительным изменения [3, 4].

Чтобы минимизировать риски и максимизировать преимущества ИИ, компаниям следует сосредоточиться на нескольких ключевых направлениях [5, 6]:

1. Внедрение систем управления рисками ИИ – от оценки зрелости технологий до создания межфункциональных рабочих групп;

2. Развитие корпоративной этики – принятие четких руководств, исключающих предвзятость и обеспечивающих прозрачность;

3. Инвестиции в обучение – подготовка сотрудников к работе с ИИ, включая анализ данных, машинное обучение и этические аспекты;

4. Формирование культуры доверия – поощрение открытого обсуждения технологий, выявления проблем и совместного поиска решений [7];

5. Понимание основных принципов работы ИИ, его возможностей и ограничений;

6. Разработка комплексных стратегий управления рисками, которая учитывает как традиционные риски информационной безопасности, так и специфические риски, связанные с ИИ [8].

Также, для успешного управления рисками в эпоху ИИ менеджерам рекомендуется придерживаться ряда практических шагов. В частности, перед внедрением ИИ необходимо проводить тщательную оценку рисков, а также использовать инструменты мониторинга и аудита, позволяющие регулярно проверять работу алгоритмов [9]. Важно обеспечить прозрачность принятия решений ИИ, а также внедрять системы контроля доступа к данным, используемым для обучения и работы систем ИИ. И конечно, необходимо сотрудничать с экспертами по этике и информационной безопасности, привлекая их к разработке кодексов и обучению персонала [10-12].

Искусственный интеллект открывает перед бизнесом невероятные возможности, но одновременно требует переосмысления подходов к управлению [13, 14]. Руководителям предстоит не только осваивать новые технологии, но и развивать мягкие навыки – критическое мышление, лидерство и этическую ответственность. В конечном итоге, грамотное управление рисками ИИ станет не просто дополнительной функцией, а ключевым условием устойчивого развития в цифровую эпоху.

Источники

1. Вострецова, Е. В. Основы информационной безопасности: учебное пособие / Е. В. Вострецова. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2019. 204 с.

2. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

3. Аникин, И. В. Модель и программный комплекс анализа атак на web - приложения / И. В. Аникин, А. С. Катасев, А. С. Черняков // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 7. – С. 17-20.

4. Зарипова, Р. С. Управление деятельностью организаций в условиях цифровой экономики / Р. С. Зарипова, О. А. Пырнова // Ученые записки ИСГЗ. 2018. Т. 16, № 2. С. 70-75.

5. Юсупова, А. С. Цифровая трансформация и её влияние на управление организациями: результаты опроса о применении искусственного интеллекта в высшем учебном заведении / А. С. Юсупова, С. А. Филимонов // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 11, № 10(151). С. 99-112.

6. Дронина А. А., Зарипова Р. С. Методы защиты систем аутентификации по голосу от голосового спуфинга // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 1277-1279.

7. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

8. Рысаева, К. С. Нейросетевая модель оценки вредоносности web-сайтов / К. С. Рысаева, И. В. Аникин, А. С. Катасев // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 74-77.

9. Шакиров, А. А. Технологии больших данных в области информационной безопасности / А. А. Шакиров, Р. С. Зарипова // International Journal of Advanced Studies in Computer Engineering. 2018. № 2. С. 74-77.

10. Гачаев А.М., Вахаева Д.А., Овсеенко Г.А. Общая тенденция развития отрасли основных технологий искусственного интеллекта // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 10. № 9 (150). С. 120-125.

11. Данилов С.А., Пырнова О.А. Этические аспекты развития и применения искусственного интеллекта // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 783-787.

12. Цеева Ф.М., Верещагина А.С., Николаева С.Г. Автоматизация производства с использованием нейронных сетей и глубокого обучения // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, № 12(153). С. 12-19.

13. Насурова З.А., Халидов А.А., Лугуева А.С. Искусственный интеллект: современные применения и перспективы развития // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 9, № 2(155). С. 110-115.

14. Смирнов Ю.Н., Фатыхов Р.И. Об информационной безопасности промышленных предприятий в условиях цифровизации // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 43-46.

УДК 004.8:519.2

СРАВНЕНИЕ НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ И ТРАДИЦИОННОЙ ЛОГИКИ В АНАЛИЗЕ ДАННЫХ

Щепина Екатерина Андреевна, Хамитов Ренат Минзашарифович
КГЭУ, г. Казань, Россия
shchepina.04@bk.ru

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые различия между нечёткой логикой и традиционной логикой, в частности, способность нечёткой логики оперировать степенями принадлежности и моделировать человеческое мышление в условиях неопределённости. Приводятся примеры применения традиционной логики в финансовом анализе и нечёткой логики в системах искусственного интеллекта.

Ключевые слова: нечеткая логика, традиционная логика, неопределенность, неполнота, данные, анализ, информация.

COMPARISON OF FUZZY LOGIC AND TRADITIONAL LOGIC IN DATA ANALYSIS

Shchepina Ekaterina Andreevna, Khamitov Renat Minzasharifovich
KSPEU, Kazan, Russia
shchepina.04@bk.ru

Abstract. The article discusses the key differences between fuzzy logic and traditional logic, in particular, the ability of fuzzy logic to operate with degrees of membership and to model human thinking under uncertainty. Examples of application of traditional logic in financial analysis and fuzzy logic in artificial intelligence systems are given.

Keywords: fuzzy logic, traditional logic, uncertainty, incompleteness, data, analysis, information.

Анализ данных является ключевым компонентом принятия решений в различных областях, от бизнеса до науки. Традиционно, для анализа данных использовалась классическая двузначная логика, основанная на четких понятиях «истина» и «ложь». Однако, в реальном мире часто возникают ситуации, когда данные являются неполными, нечеткими или неопределенными, и применение традиционной логики становится недостаточным. Альтернативным подходом является нечёткая логика, предлагающая более естественный способ представления и обработки неопределённости [1]. В данной статье мы рассмотрим ключевые различия

между нечёткой и традиционной логикой, а также проанализируем их применение в контексте анализа данных.

Традиционная логика, также известная как булева логика, оперирует с дискретными значениями: истина (1) и ложь (0). Любое утверждение либо истинно, либо ложно, и не может быть одновременно и тем, и другим. Этот подход хорошо подходит для решения задач, требующих чёткой классификации и однозначных выводов. Например, в области компьютерных наук традиционная логика лежит в основе работы цифровых схем и алгоритмов принятия решений.

Однако, применительно к анализу данных, строгая двоичность традиционной логики может стать ограничением. Многие реальные явления и характеристики не имеют чётких границ и допускают промежуточные значения.

Нечеткая логика была разработана Лотфи Заде в 1965 году как способ представления и обработки неопределенности. В нечёткой логике утверждения могут быть частично истинными, имея степень принадлежности к множеству от 0 до 1. Вместо чётких границ вводятся функции принадлежности, определяющие степень, с которой элемент принадлежит нечёткому множеству. Нечеткая логика позволяет более естественно моделировать человеческое мышление и принятие решений в условиях неопределенности [2].

Таблица 1. Сравнение нечеткой логики и традиционной логики

Критерии	Традиционная логика	Нечеткая логика
Значения истинности	0 (ложь) или 1 (истина)	Значения от 0 до 1 (степень принадлежности)
Множества	Четкие множества с четкими границами	Нечеткие множества с размытыми границами
Обработка неопределенности	Отсутствует	Присутствует
Гибкость	Низкая (строгие правила)	Высокая (адаптивность к неопределённости)
Скорость обработки	Высокая	Низкая
Применимость	Задачи с четкой классификацией	Задачи с неопределенностью и неполнотой данных

Выбор между традиционной и нечёткой логикой должен основываться на характере решаемой задачи и особенностях данных. Традиционная логика, идеально подходящая для задач с чёткими количественными параметрами, демонстрирует свою эффективность в финансовом анализе при оценке рисков на основе конкретных метрик – доходности, волатильности и других статистических показателей, а также в анализе временных рядов и статистическом моделировании. В то же время нечёткая логика раскрывает свой потенциал в условиях неопределённости, когда требуется комплексный

учёт множества факторов: она незаменима в прогнозировании потребительского поведения, оценке рисков, а также в системах искусственного интеллекта [3, 4]. Ярким примером служат системы автоматического вождения, где нечёткая логика позволяет обрабатывать изменчивые параметры – погодные условия, поведение других участников движения и другие нечёткие переменные.

В заключение хотелось бы отметить, что нечёткая логика представляет собой мощный инструмент для анализа данных, особенно в тех случаях, когда традиционная логика оказывается недостаточно гибкой. Способность обрабатывать неопределённость, моделировать экспертные знания и адаптироваться к изменяющимся условиям делает нечёткую логику ценным дополнением к арсеналу аналитика данных. В то время как традиционная логика остается незаменимой для задач, требующих чёткой классификации и однозначных выводов, нечёткая логика открывает новые возможности для анализа сложных и неоднозначных данных, что способствует принятию более обоснованных и эффективных решений. Выбор между нечёткой и традиционной логикой зависит от конкретной задачи и характеристик анализируемых данных. В некоторых случаях целесообразно использовать комбинированный подход, объединяющий преимущества обеих логик для достижения наилучших результатов.

Источники

1. Замятин Н. В. Нечеткая логика и нейронные сети: учеб. пособие / Н.В. Замятин; Томский. гос. ун-т АСУ и радиоэл-ки .- Томск: Изд-во. Томск. гос. ун-та АСУ и радиоэл-ки, 2014. – 203 с. - гос. ун-та, 2010. – 96 с. – ISBN 978-5-9984-0055-1.
2. Мукешимана К. Применение модели нечёткой логики для оценки качества передачи данных в сетях индустриального интернета вещей // Компьютерные инструменты в образовании. 2019. № 1. С. 29–42. doi: 10.32603/2071-2340-2019-1-29-42
3. Хатипова, Л. Ф. Прогнозирование результата проектной деятельности энергетических компаний с использованием средств нечёткой логики / Л. Ф. Хатипова // Наука и инновации XXI века. – 2022. – Т. 1.– С. 176-179.
4. Хатипова, Л. Ф. Применение нечёткой логики и нейронных сетей в интеллектуальных промышленных регуляторах и системах управления / Л. Ф. Хатипова, И. П. Алексеев // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. – 2024. – С. 1175-1178.

УДК 004.93

РАСПОЗНАВАНИЕ СИГНАЛОВ СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ FASTER R-CNN

Щербинина Олеся Евгеньевна[1], Катасёв Алексей Сергеевич[2]
[1]ГБУ «БДД»,
[2]ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
[1]7th_miracle@mail.ru, [2]Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача распознавания сигналов светофорного регулирования. Для ее решения предложено использовать нейросетевую сверточную модель Faster R-CNN. Для обучения модели выбран набор данных LISA Traffic Light из общедоступного источника Kaggle. Набор включает 43007 изображений с разрешением 1280×960 пикселей и 113888 аннотируемых сигналов светофора. Количество эпох обучения нейронной сети составило 5, а время обучения – 5 часов. Для тестирования модели использована выборка из 4311 изображений. Среднее значение метрики F1-score при тестировании составило 0.907, что указывает на адекватность модели и возможность ее эффективного практического использования для решения поставленных задач.

Ключевые слова: распознавание сигналов светофора, сверточная нейронная сеть, нейросетевое моделирование, метрики качества классификации.

TRAFFIC LIGHT RECOGNITION BASED ON FASTER R-CNN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Shcherbinina Olesya Evgenievna[1], Katasev Alexey Sergeevich[2]
[1]SBI "Road Safety",
[2]KNRTU-KAI, Kazan, Russia
[1]7th_miracle@mail.ru, [2]Kat_726@mail.ru

Abstract. The problem of traffic light signal recognition is considered. To solve it, it is proposed to use the Faster R-CNN neural network convolutional model. The LISA Traffic Light dataset from the publicly available Kaggle source was selected for training the model. The set includes 43,007 images with a resolution of 1280 × 960 pixels and 113,888 annotated traffic light signals. The number of neural network training epochs was 5, and the training time was 5 hours. A sample of 4,311 images was used to test the model. The average value of the F1-score metric during testing was 0.907, which indicates the adequacy of the model and the possibility of its effective practical use for solving the tasks.

Keywords: traffic light recognition, convolutional neural network, neural network modeling, classification quality metrics.

В современном мире технологии стремительно развиваются, что мотивирует большие компании создавать и внедрять интеллектуальные транспортные системы в свои продукты. Разработка таких систем является трудоемкой задачей, включающей в себя распознавание дорожных знаков, дорожной разметки и сигналов светофора в режиме реального времени [1-3]. Распознавание сигналов светофора является наиболее важным функционалом в системах беспилотных автомобилей, что позволяет повысить безопасность водителей и своевременно предотвращать дорожные транспортные происшествия [4]. Одним из преимуществ беспилотных автомобилей является то, что, в отличии от людей, они не подвержены усталости, стрессам и эмоциям [5]. Автономные системы можно использовать даже когда водитель сам управляет транспортным средством и в чрезвычайных ситуациях брать управление на себя, например, когда водитель потеряет сознание, однако для этого необходимо собирать дополнительные сведения о состоянии человека.

Таким образом, распознавание сигналов светофора с использованием современных методов и технологий искусственного интеллекта [6-9] является актуальным. При этом в качестве инструмента для распознавания целесообразно использовать сверточные нейронные сети [10], так как они предназначены для распознавания объектов на изображениях.

Для обучения сверточной нейронной сети распознаванию сигналов светофора необходимо выбрать соответствующий набор данных. Существует множество площадок, на которых публикуются наборы данных для обучения нейронных сетей. Одним из наиболее популярных ресурсов является Kaggle [11]. Поиск на этой площадке позволил найти общедоступный набор данных LISA Traffic Light Dataset.

LISA – набор из 43007 изображений, имеющих разрешение 1280×960 и 113888 аннотируемых сигналов светофора. Набор данных содержит разнообразные сцены, такие как сильное изменение яркости и экспозиции, пасмурное небо, оживленные перекрестки, небольшой дождь, плотное движение, присутствие объектов, которые можно ошибочно принять за сигнал светофора (задние фары автомобилей).

В качестве базовой модели для распознавания сигналов светофора принято решение выбрать сверточную нейронную сеть Faster R-CNN. Это архитектура сверточной нейронной сети двухстадийной детекции, основанная на поиске регионов интереса при помощи отдельного модуля. Модель является улучшением архитектуры Fast R-CNN.

На рисунке 1 показана концептуальная архитектура сверточной нейронной сети Faster R-CNN.

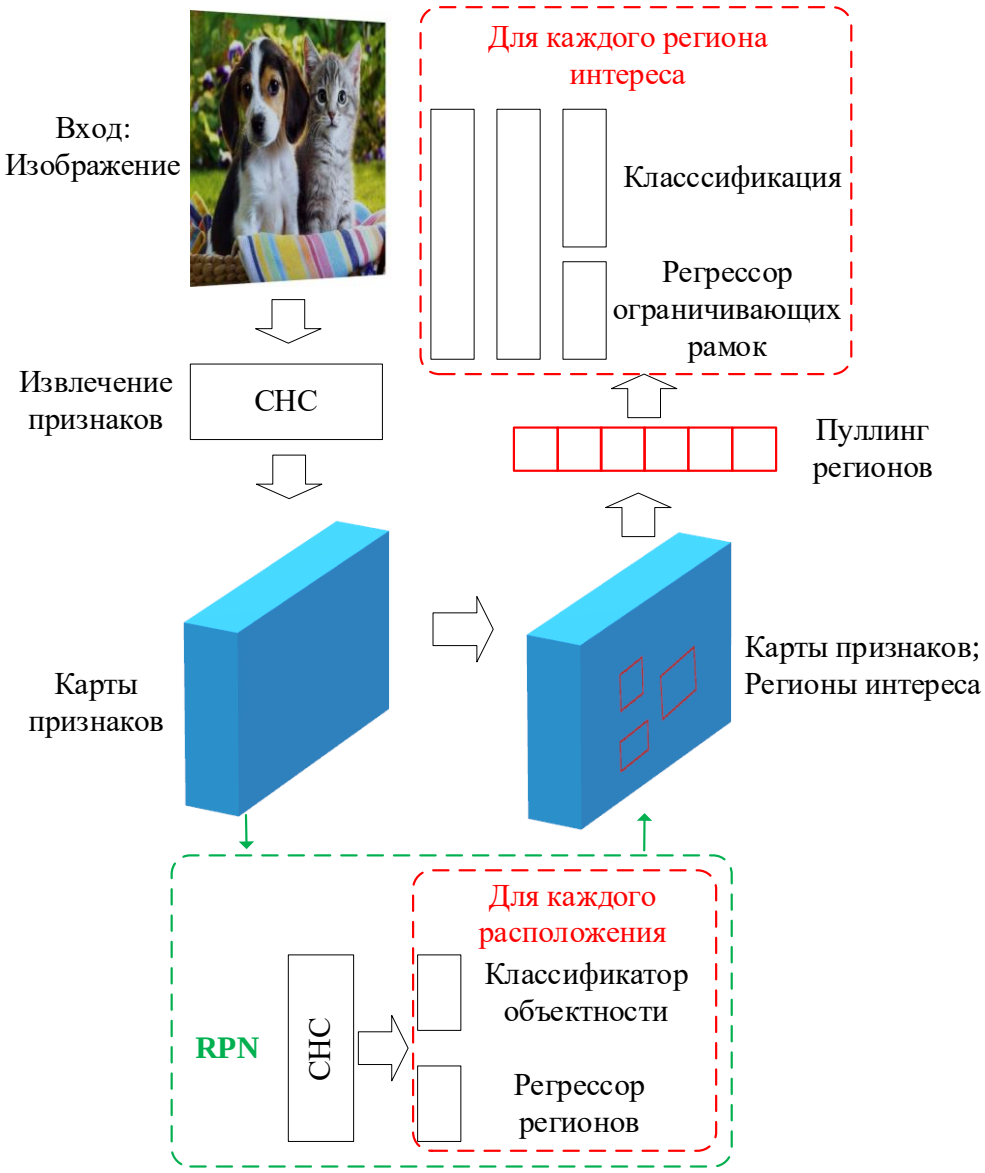


Рис. 1. Архитектура сверточной нейронной сети Faster R-CNN

Обнаружение объектов на изображении включает 6 этапов:

1) на вход детектору подается бинарное представление RGB-изображения с тремя каналами;

2) в сверточную сеть подается тензор для получения карт признаков;

3) полученные карты признаков подаются в легковесную сверточную нейронную сеть RPN (Region Proposal Network), которая генерирует первичные регионы интереса (регрессор), содержащие объект какого-либо класса с некоторой степенью вероятности (классификатор объектности);

4) для каждого региона интереса происходит пуллинг, приводящий регионы к одному и тому же пространственному размеру;

5) каждый преобразованный регион интереса подается на вход в полносвязную сеть для классификации объекта и уточнения его расположения;

6) пост-обработка результата классификации при помощи алгоритма Non Maximum Suppression.

Для повышения точности при обучении модели использована пакетная нормализация данных. Недостатком метода является необходимость использования дополнительной виртуальной памяти. Размер пакета выбран равным 8. Количество эпох обучения составило 5, а время обучения – 5 часов.

На рисунке 2 представлены графики функций потерь на обучающей (train loss) и валидационной (validation loss) выборках данных.

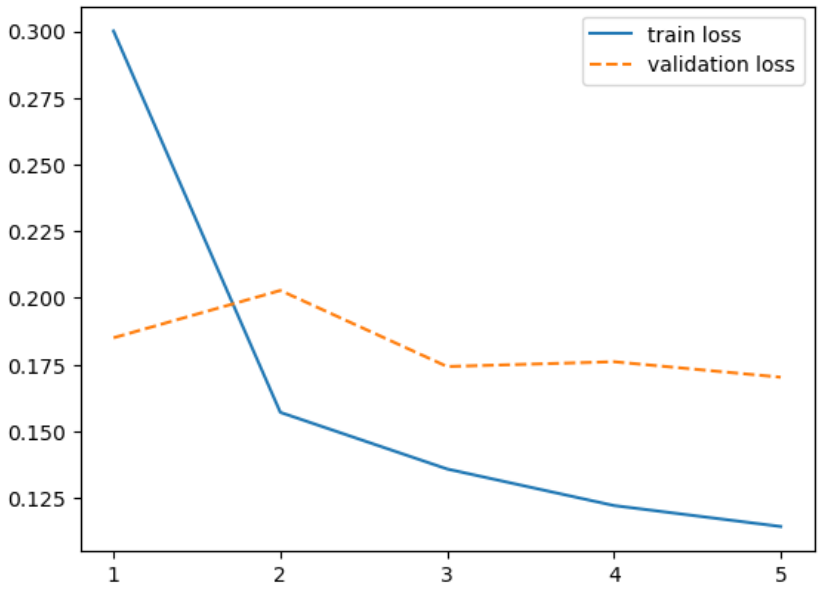


Рис. 2. Графики функций потерь при обучении сверточной нейронной сети

Из рисунка видно, что для обучения нейронной сети установлено оптимальное количество эпох, так как графики функций потерь вышли на плато. Кроме того, из графика видно, что модель не переобучилась [12].

Для тестирования модели использована выборка из 4311 изображений (10% от количества изображений в исходном наборе данных).

В таблице 1 представлены значения метрик качества классификации [13].

Табл. 1. Значения метрик качества классификации для модели Faster R-CNN

Сигнал светофора	Метрики		
	Точность	Полнота	F1-мера
Красный	0.936	0.938	0.937
Желтый	0.885	0.871	0.878
Зеленый	0.914	0.899	0.906

Среднее значение метрики F1 составило 0.907, что является высоким результатом. Таким образом, обученная сверточная нейросетевая модель является адекватной, что указывает на ее эффективность и возможность практического использования для решения поставленных задач.

Источники

1. Куприянов А.Л. Математическая модель видеосистемы распознавания дорожной разметки и сигналов светофора // Наука без границ. 2019. № 4. С. 40-45.

2. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Фаттахов Н.И. Мобильное приложение для распознавания временных дорожных знаков // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 112-119.

3. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.

4. Кузин Е.М., Сиваков В.В. К вопросу о развитии беспилотных автомобилей // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2022. Т. 1. С. 95-98.

5. Стахеева А.А., Крайников А.Н. Архитектура программной системы беспилотного автомобиля // Столыпинский вестник. 2023. Т. 5. № 2.

6. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс определения функционального состояния человека // Автоматизация процессов управления. 2017. № 3 (49). С. 88-95.

7. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

8. Нургалиев Б.Х., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания изображений типа Captcha // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 1. С. 104-107.

9. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Искусственный интеллект в камерах смартфонов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 1 (15). С. 82-84.

10. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.

11. Карпова А.Е. Kaggle - платформа для анализа данных // Вестник магистратуры. 2018. № 12-4 (87). С. 48-49.

12. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Аугментация данных и построение нейросетевых моделей распознавания рукописных символов в системах биометрической аутентификации // Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 3. С. 366-371.

13. Баринов А.И., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Использование модели нечетких нейронных сетей для формирования базы знаний по определению фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 10. С. 64-67.

УДК 004.93

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕТИ YOLO ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ СИГНАЛОВ СВЕТОФОРА

Щербинина Олеся Евгеньевна[1], Катасёв Алексей Сергеевич[2]
[1]ГБУ «БДД»,
[2]ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
[1]7th_miracle@mail.ru, [2]Kat_726@mail.ru

Аннотация. В статье решается задача применения сверточной нейронной сети YOLOv8n для распознавания сигналов светофора. Для ее обучения использован набор данных LISA Traffic Light из общедоступного репозитория Kaggle. Набор включает 43007 изображений, имеющих разрешение 1280×960 и 113888 аннотируемых сигналов светофора. Количество эпох обучения модели составило 100, а затраченное время на обучение – 3.5 часа. Для тестирования модели использована тестовая выборка из 4311 изображений. Для оценки адекватности построенной модели использованы метрики Precision, Recall и F1-score. Значение усредненной по классам метрики F1-score составило 0.905, что указывает на адекватность построенной модели.

Ключевые слова: сигналы светофора, сверточная нейронная сеть, распознавание, YOLOv8n, нейросетевое моделирование, метрики качества классификации.

RESEARCH ON THE EFFICIENCY OF THE YOLO NETWORK FOR TRAFFIC LIGHT SIGNAL RECOGNITION

Shcherbinina Olesya Evgenievna[1], Katasev Alexey Sergeevich[2]
[1]SBI "Road Safety",
[2]KNRTU-KAI, Kazan, Russia
[1]7th_miracle@mail.ru, [2]Kat_726@mail.ru

Abstract. The article solves the problem of using the YOLOv8n convolutional neural network for traffic light signal recognition. The LISA Traffic Light dataset from the publicly available Kaggle repository was used for its training. The dataset includes 43,007 images with a resolution of 1280×960 and 113,888 annotated traffic light signals. The number of model training epochs was 100, and the training time was 3.5 hours. A test sample of 4,311 images was used to test the model. The Precision, Recall, and F1-score metrics were used to assess the adequacy of the constructed model. The value of the F1-score metric averaged over classes was 0.905, which indicates the adequacy of the constructed model.

Keywords: traffic light signals, convolutional neural network, recognition, YOLOv8n, neural network modeling, classification quality metrics.

В настоящее время в связи с бурным развитием интеллектуальных транспортных систем актуальной задачей является создание эффективных инструментов для распознавания сигналов светофоров на перекрестках. Такие инструменты также можно интегрировать в умные города и технологию Интернета вещей [1, 2]. Анализируя сигналы светофора с камер наблюдения, можно оптимизировать движение транспортных потоков, что будет способствовать уменьшению заторов на дорогах и перекрестках.

Решению этой задачи посвящено множество исследований [3-6]. Преимущественно в работах исследователей применяются сети глубокого обучения [7, 8], а также представлены инновационные методы и подходы к распознаванию сигналов светофора [9, 10]. В данной работе в качестве модели глубокого обучения используется сеть YOLO [11].

YOLO (You Only Look Once) – архитектура сверточной нейронной сети одностадийной детекции, вместо поиска регионов использует сетку с заранее заданными ограничивающими рамками. В работе используется 8-я версия данной модели, а именно YOLOv8n.

На рисунке 1 показана концептуальная архитектура сверточной нейронной сети YOLOv8n.

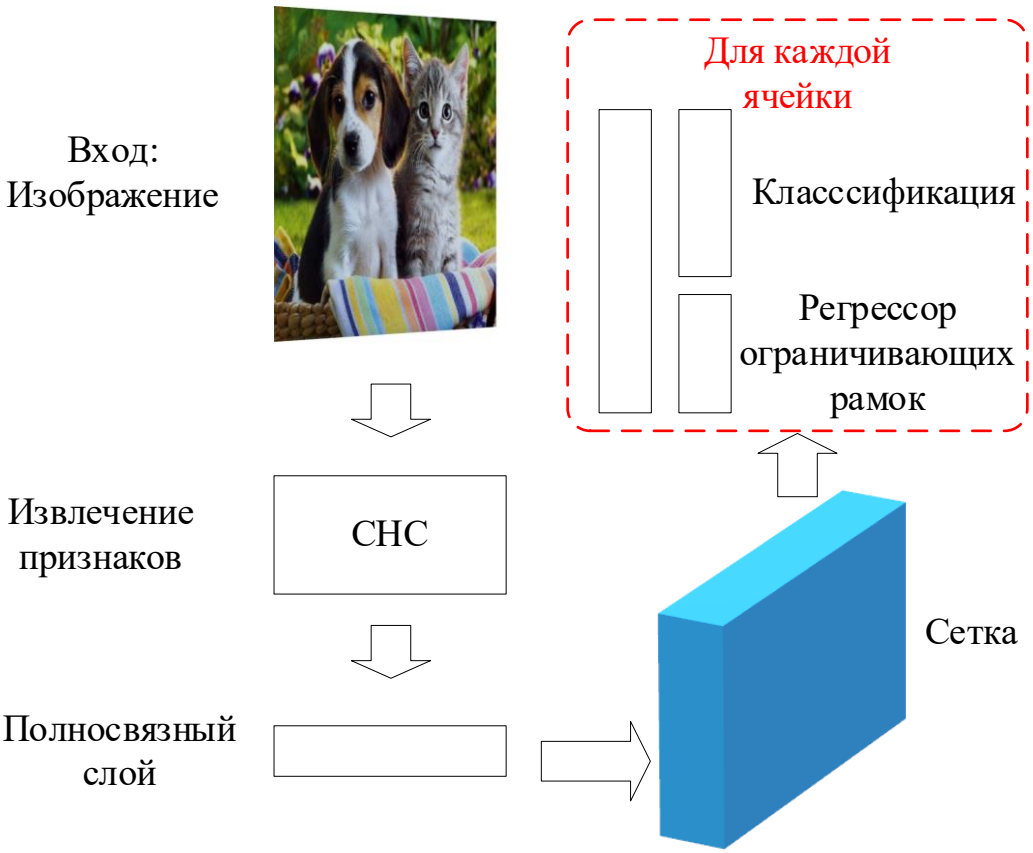


Рис. 1. Концептуальная архитектура сверточной нейронной сети YOLOv8n

Распознавание объектов при помощи сверточной нейронной сети YOLOv8n состоит из 5 этапов:

1) подача цветного изображения на вход сети;

2) извлечение признаков из изображения;

3) генерация сетки;

4) определение ограничивающей рамки и класса объекта для каждой ячейки сетки;

5) пост-обработка результатов на основе алгоритма Non Maximum Suppression.

Для обучения сверточной нейронной сети YOLOv8n распознаванию сигналов светофора использован набор данных LISA Traffic Light Dataset из общедоступного источника Kaggle [12]. Набор включает 43007 изображений, имеющих разрешение 1280×960 и 113888 аннотируемых сигналов светофора. Набор данных содержит разнообразные сцены, такие как сильное изменение яркости и экспозиции, пасмурное небо, оживленные перекрестки, небольшой дождь, плотное движение, присутствие объектов, которые можно ошибочно принять за сигнал светофора (задние фары автомобилей).

Для повышения точности при обучении модели YOLOv8n использована пакетная нормализация данных [13]. Размер пакета выбран равным 32, так как модель является легковесной. Количество эпох обучения модели составило 100, а затраченное время на обучение – 3.5 часа.

На рисунке 2 представлены графики функций потерь на обучающей и валидационной выборках данных.

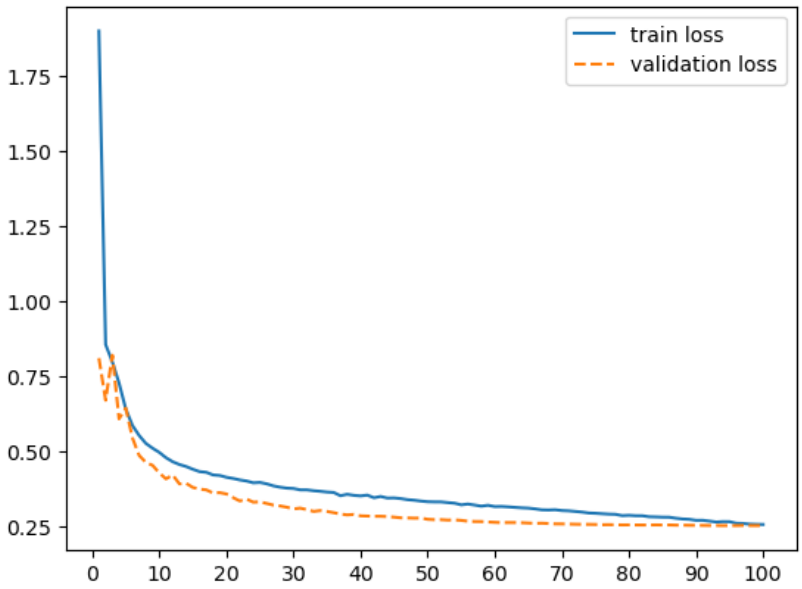


Рис. 2. Графики функций потерь при обучении сверточной нейронной сети YOLOv8n

Видно, что для обучения нейронной сети установлено оптимальное количество эпох. Кроме того, видно, что модель не переобучилась [14, 15].

Для тестирования модели использована тестовая выборка из 4311 изображений, что составляет примерно одну десятую часть от общего количества изображений в исходном наборе данных.

Для оценки адекватности построенной модели использованы следующие метрики: Precision, Recall и F1-score [16-18].

Рассчитанные значения указанных метрик представлены в таблице 1.

Табл. 1. Значения метрик качества классификации для модели YOLOv8n

Метрики / Сигнал светофора	Precision	Recall	F1-score
Красный сигнал	0.937	0.921	0.929
Желтый сигнал	0.878	0.884	0.881
Зеленый сигнал	0.907	0.903	0.905

Из таблицы видно, что модель хорошо распознает объекты двух классов (красные и зеленые сигналы светофора), но хуже справляется с распознаванием желтых сигналов. Значение усредненной по классам метрики F1-score для модели YOLOv8n составило 0.905, что указывает на ее адекватность.

Кроме того, сеть YOLOv8n продемонстрировала высокую скорость распознавания сигналов светофора, что позволяет ее использовать в системах реального времени, например, в системе автономного управления транспортным средством [18]. Однако применение модели требует использования производительных графических чипов для быстрого распознавания.

Источники

1. Артамонов А.В. Умный город как современная концепция развития города // Конструкторское бюро. 2017. № 6. С. 27-31.
2. Евгенев Г.Б. ИНДУСТРИЯ 5.0 как интеграция интернета знаний и интернета вещей // Онтология проектирования. 2019. Т. 9. № 1 (31). С. 7-23.
3. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Смирнов Ю.Н., Фаттахов Н.И. Мобильное приложение для распознавания временных дорожных знаков // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 10. С. 112-119.
4. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Нейросетевая система распознавания знаков дорожного движения // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 46-51.
5. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нейросетевая модель и программный комплекс распознавания объектов дорожной инфраструктуры // Информационные технологии. 2023. Т. 29. № 9. С. 484-491.

6. Хусаинов Р.М., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Модель распознавания знаков дорожного движения с использованием сверточной нейронной сети // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 12. С. 154-157.

7. Ковалёв Д.А., Юдин Д.А. Распознавание сигналов секций светофора на основе анализа цветовых пятен на изображении // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. 2018. Т. 8. С. 25-29.

8. Долженкова М.Л., Прозорова Т.Г., Чистяков Г.А., Эсаулов О.К. Двухэтапное распознавание графических примитивов в видеопотоке // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 5. С. 41-46.

9. Минниханов Р.Н., Скибин В., Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Распознавание сигналов светофора на основе сверточных нейросетевых моделей // Автоматизация процессов управления. 2024. № 1 (75). С. 49-57.

10. Минниханов Р.Н., Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Скибин В. Нейросетевые сверточные модели обнаружения и распознавания сигналов светофора // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 11. С. 199-205.

11. Wang H. Detection Algorithm of Aircraft Skin Defects based on Improved YOLOv8n // Signal, Image and Video Processing. 2024. Vol. 18. No. 4. P. 3877-3891.

12. Карпова А.Е. Kaggle - платформа для анализа данных // Вестник магистратуры. 2018. № 12-4 (87). С. 48-49.

13. Зайцев М.А. Использование слоёв пакетной нормализации и исключения в модели Перцептрона в задачах прогнозирования финансовых рядов // Интернаука. 2020. № 28 (157). С. 5-7.

14. Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С. Аугментация данных и построение нейросетевых моделей распознавания рукописных символов в системах биометрической аутентификации // Информация и безопасность. 2018. Т. 21. № 3. С. 366-371.

15. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Методы и проблемы переобучения многослойной нейронной сети // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 2 (20). С. 101-102.

16. Фадеева М.А. Применение метрик качества моделей бинарной классификации для анализа модели данных // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. 2023. № 1. С. 1104-1107.

17. Катасёв А.С., Курбанов Б. Сверточная нейросетевая модель определения усталости человека по выражению лица // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 67-71.

18. Катасёва Д.В., Баринов А.И. Нейронечеткая модель определения фишинговых сайтов // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 1. С. 69-72.

19. Фоменко Е.Е. Транспортные средства с автономным управлением // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 37-3. С. 86-89.

УДК 004.89

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ - НЕЗАМЕНИМЫЙ ПОМОЩНИК В КРЕАТИВНОЙ ИНДУСТРИИ

Юртаев Александр Константинович, Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
alexandr182007@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются искусственный интеллект, как незаменимый помощник в креативной индустрии. Искусственный интеллект становится незаменимым помощником в креативной индустрии: fashion-бренды создают авторские принты, маркетологи генерируют контент, музыканты стилизуют песни, трансформируется и мир фотографии. Автором сделан вывод о том, что искусственный интеллект является всего лишь инструментом, задача которого расширить возможности человека. Главное значение по-прежнему имеет творческий взгляд человека, его способность видеть мир через призму искусства, выражать мысли и чувства через образы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, креативная индустрия, возможности человека.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IS AN IRREPLACEABLE ASSISTANT IN THE CREATIVE INDUSTRY

Yurtaev Alexander Konstantinovich, Soloviev Valery Ivanovich
Tayrida College (structural unit) V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
alexandr182007@mail.ru

Abstract. The article discusses artificial intelligence as an indispensable assistant in the creative industry. Artificial intelligence is becoming an indispensable assistant in the creative industry: fashion brands create original prints, marketers generate content, musicians style songs, and the world of photography is transformed. The author concludes that artificial intelligence is just a tool whose task is to expand human capabilities. The main importance is still the creative view of a person, his ability to see the world through the prism of art, to express thoughts and feelings through images.

Keywords: artificial intelligence, creative industry, human capabilities.

Искусственный интеллект становится незаменимым помощником в креативной индустрии: fashion-бренды создают авторские принты, маркетологи генерируют контент, музыканты стилизуют песни, трансформируется и мир фотографии.

Большой прорыв в этой области случился в 2022 году. Именно тогда появились нейросети Midjourney, DALL-E-2 и Stable Diffusion – сервисы,

генерирующие изображения по текстовому запросу. По тому же принципу работает российская нейросеть Kandinskiy, представленная «Сбером» весной 2022 года. Через год компания «Яндекс» запустила «Шедеврум».

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных искусственному интеллекту, как незамениму помощнику в креативной индустрии.

Д. Н. Аблякимова, Д. В. Малыгин в своей статье «Интеграция искусственного интеллекта в медиа-платформы» отмечают, что «В условиях стремительного развития медиаиндустрии и увеличения объемов контента, создаваемого ежедневно, интеграция искусственного интеллекта в медиа-платформы становится актуальной задачей.» [1, с.100].

В контексте проводимого исследования нам было важно мнение исследователей Т. А. Косенко, В. В. Ильичеваой, которые в своей статье «Создание дизайна для web-приложений с помощью искусственного интеллекта» обосновывая важность разработки качественного дизайна для создания конкурентоспособного интернет-продукта, проводят анализ программного обеспечения, используемого в сфере web-дизайна. Авторы показывают направления и преимущества использования технологий искусственного интеллекта при проектировании web-ресурсов [2, с.39].

А. В. Котылевская, Н. С. Аракелян в своей статье «Алгоритмы вдохновения: как ИИ расширяет границы творческих и образовательных индустрий» рассматривая искусственный интеллекта который стремительно проникает во все сферы жизни, и творческие области, отмечают, что «его влияние на искусство, музыку, дизайн, архитектуру и образование уже заметно, и потенциал для дальнейшего развития огромен.» [3, с.158]. Авторы делают вывод о том, что искусственный интеллект открывает для нас новые возможности в разных областях [3, с.162].

Достижения в области искусственного интеллекта значительно повлияли на развитие фотографии. AI-технологии стали интегрировать в программы для редактирования фотографий. Теперь многие рутинные операции автоматизированы, а изображения можно качественно улучшать и преобразовывать до неузнаваемости.

AI-технологии позволяют фотографу уделять больше внимания творческому процессу и меньше погружаться в решение тех или иных технических задач, отмечает пейзажный фотограф Константин Шамин. Он приводит в пример автофокус в современной камере. Благодаря этой функции она самостоятельно определяет объект и удерживает на нем фокус.

Еще больше возможностей появилось у фотографов в обработке изображений.

В 2023 году объем мирового рынка решений с поддержкой искусственного интеллекта для СМИ и развлечений достиг $16,4 млрд. Для сравнения, годом ранее расходы в данной сфере оценивались в $13,3 млрд. Таким образом, зафиксирован рост на уровне 23%. Об этом говорится в исследовании Market Research Future, результаты которого опубликованы в начале августа 2024 года.

Аналитики называют несколько факторов, способствующих быстрому развитию отрасли. В частности, ИИ помогает в распознавании фейковых публикаций и обнаружении плагиата. Используя алгоритмы машинного обучения и обработку естественного языка, участники рынка получают возможность эффективно анализировать огромные массивы информации. Кроме того, ИИ дает возможность генерировать различный контент, включая качественные изображения. Прогнозная аналитика на основе ИИ позволяет решать маркетинговые задачи. Одной из наиболее важных тенденций в рассматриваемой области является использование нейросетей для распознавания голоса и речи [4].

Мировой рынок ИИ-решений для СМИ и развлечений, млрд. $ показан на рис. 1.

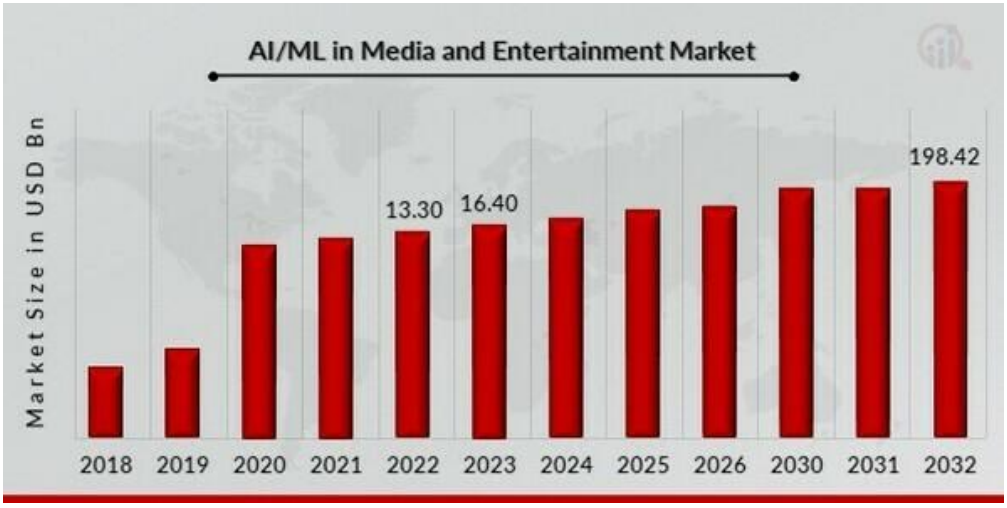


Рис. 1. Мировой рынок ИИ-решений для СМИ и развлечений, млрд. $

С географической точки зрения крупнейшим регионом по внедрению ИИ-решений для СМИ и развлечений является Северная Америка, на которую в 2022 году пришлось $2,7 млрд. На втором месте находится Европа, а замыкает тройку Азиатско-Тихоокеанский регион, где наблюдаются самые высокие темпы роста.

Исхужина Г. И. в своей статье «Искусственный интеллект в современном искусстве» исследуя искусственный интеллект, отмечает, что «в последние годы он активно вторгается в сферу творчества, демонстрируя способность создавать не только утилитарные, но и эстетические произведения. Искусственный интеллект сочиняет музыку, проектирует архитектурные

формы, разрабатывает дизайн и даже участвует в создании художественных работ [5, с.252].

По нашему мнению, искусственный интеллект обладает потенциалом незаменимого помощника в креативной индустрии, но важно понимать его ограничения и пределы. Хоть искусственный интеллект и может выполнять определенные задачи быстрее и экономичнее, чем дизайнеры, все же он не способен на истинное творчество и напрямую зависит от человеческого участия.

В результате проведённого исследования нами сделан вывод о том, что искусственный интеллект является всего лишь инструментом, задача которого расширить возможности человека. Главное значение по-прежнему имеет творческий взгляд человека, его способность видеть мир через призму искусства, выражать мысли и чувства через образы.

Источники

1. Аблякимова, Д. Н. Аблякимова, Д. Н. Интеграция искусственного интеллекта в медиа-платформы / Д. Н. Аблякимова, Д. В. Малыгин // Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. – 2024. – № 3(45). – С. 100-106. – EDN KYFIZA. // Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. – 2024. – № 3(45). – С. 100-106.

2. Косенко, Т. А. Создание дизайна для web-приложений с помощью искусственного интеллекта / Т. А. Косенко, В. В. Ильичева // Цифровые инфокоммуникационные технологии : СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ, Ростов-на-Дону, 27 октября 2023 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 38-42.

3. Котылевская, А. В. Алгоритмы вдохновения: как ИИ расширяет границы творческих и образовательных индустрий / А. В. Котылевская, Н. С. Аракелян // Искусственный интеллект. Формирование будущего : Материалы I Международной научно-практической конференции, Краснодар, 29 апреля 2024 года. – Краснодар: ИП Алзидан М., 2024. – С. 158-163.

4. Искусственный интеллект (мировой рынок) [Электронный ресурс]. https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_(мировой_рынок) (дата обращения: 26.03.25).

5. Исхужина, Г. И. Искусственный интеллект в современном искусстве / Г. И. Исхужина // Цифровизация: новые тренды и опыт внедрения : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Стерлитамак. – Уфа: ООО "Омега сайнс", 2024. – С. 252-254.

УДК 004.8:629.3

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Ягудина Гузель Рамилевна, Мухитов Айгиз Айдарович, Фатихова Лариса Энгельсовна
НЧИ КФУ, г. Набережные Челны, Россия
gr.yagud@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется влияние искусственного интеллекта на автомобильную промышленность. Анализируются экономические эффекты, социальные последствия и нормативные вызовы. Приводятся кейсы ведущих автопроизводителей.

Ключевые слова: ИИ, искусственный интеллект, автомобилестроение, автономные транспортные средства, цифровая трансформация.

SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AUTOMOTIVE INDUSTRY

Yagudina Guzel Ramilevna, Mukhitov Aigiz Aidarovich, Fatikhova Larisa Engelsovna
NCI KFU, Naberezhnye Chelny, Russia
gr.yagud@mail.ru

Abstract. The article examines the impact of artificial intelligence on the automotive industry. Economic effects, social consequences and regulatory challenges are analyzed. 2024 data and case studies from leading manufacturers are presented.

Keywords: artificial intelligence, automotive industry, autonomous vehicles, digital transformation

Современное автомобилестроение переживает период радикальной трансформации, движущей силой которой выступает искусственный интеллект.

Искусственный интеллект (ИИ) становится неотъемлемой частью не только производственных процессов, но и трансформирует социальные и экономические аспекты этой отрасли. Внедрение ИИ в автомобилестроение открывает новые горизонты для повышения эффективности, безопасности и устойчивости, а также создает новые вызовы и возможности для общества и экономики. ИИ в автомобильной промышленности влияет на рынок труда, экономическую эффективность, безопасность и экологические последствия.

Цель статьи – оценить влияние ИИ на автомобилестроение через призму социально-экономических факторов.

Искусственный интеллект активно используется на различных заводах и в производственных процессах автомобилестроения по всему миру. По данным McKinsey, 92 % автопроизводителей включили ИИ в свои стратегии развития.

ИИ находит применение во всех звеньях цепочки создания стоимости в автомобилестроении:

– на этапе проектирования (генеративный дизайн, виртуальные краш-тесты);

– в производстве (предиктивная аналитика, роботизированная сборка);

– в процессе эксплуатации (автономное вождение, персонализированный сервис).

На заводах BMW Group по всему миру используют Car2X: интеллектуальное производство, управляемое нейросетью, которая самоанализирует, взаимодействует в реальном времени с сотрудниками на заводе и автоматически делится и документирует соответствующие сообщения. Автономная коммуникация обеспечивается во время производства с помощью потоков данных, которые позволяют автомобилю активно взаимодействовать с бесчисленными производственными ресурсами и облаком [1].

На заводах Toyota внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в процесс создания автомобилей началась с отдела дизайна. Работа нейросети предполагается создание первоначального эскиза с данными, содержащими информацию о том, каким требованиям должен соответствовать автомобиль: После этого программа предлагает несколько вариантов, выбирается один из них, затем продолжается его доработка. При этом в Toyota говорят, что этот метод пока не может применяться в полной мере, а служит лишь в качестве вспомогательного инструмента [2].

Концерн Changan совместно с компанией Huawei запустил в Китае крупнейший «цифровой интеллектуальный завод». Он оборудован 1400 роботами, 650 автономными транспортными средствами (AGV) и более чем 200 автоматизированными рабочими станциями. Нейросеть позволяет в режиме реального времени управлять всеми этапами производства с помощью одного компьютера, а также обладает способностью самообучения, что позволяет автоматизировать процессы принятия решений. На нем уже стартовала сборка нового кроссовера Avatr 07 [3].

Несмотря на заинтересованность в инновациях, российские автопроизводители, в частности, АвтоВАЗ, только начинают внедрять искусственный интеллект (ИИ) непосредственно в производственные процессы. Летом 2023 года на ПМЭФ АвтоВАЗ и Сбер обсудили перспективное сотрудничество, включающее цифровизацию производства, интеграцию ИИ-разработок Сбера в автомобили LADA, а также инвестиции в проектирование и

выпуск новых моделей. Сбер планирует интегрировать свои решения и сервисы компаний-партнёров в мультимедийные системы автомобилей LADA[4].

Искусственный интеллект имеет очевидные преимущества перед человеком:

- минимальный уровень дефектов;
- уменьшение расходов;
- устраняется влияние «человеческого фактора».

С точки зрения рынка труда, внедрение искусственного интеллекта приводит к автоматизации многих задач. Это и создание новых высококвалифицированных рабочих мест (инженеры ИИ, аналитики данных), повышение производительности труда. Однако, с другой стороны, есть и негативные последствия. Это риск сокращения рабочих мест, необходимость массового переобучения и переквалификации сотрудников.

С учетом изменений на рынке труда, возникает необходимость поиска новых подходов к программам переобучения и повышения квалификации работников. Компании и государственные учреждения должны сотрудничать для создания образовательных программ, которые помогут работникам адаптироваться к новым требованиям и технологиям.

Для примера, обучение профессии «Инженер машинного обучения» длится 4 месяца, в которой потенциальные специалисты будут получать навыки создания моделей ML(machine learning engineer) и обучать нейронные связи [5].

Со стороны экономической эффективности использование нейросетей в автомобилестроении позволяет значительно оптимизировать производственные процессы. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать данные о производительности, выявлять узкие места и предлагать решения для повышения эффективности. Это приводит к снижению затрат на производство и увеличению прибыли. Системы контроля качества, основанные на ИИ, могут выявлять дефекты на ранних стадиях производства, что снижает количество бракованных изделий и повышает удовлетворенность клиентов. Так же, алгоритмы могут оптимизировать использование ресурсов, таких как энергия и материалы, а также способствовать разработке более экологически чистых технологий, таких как электромобили и системы управления выбросами.

Беспилотные ИИ-системы трансформируют автомобилестроение, но требуют новых инженерных решений для обеспечения безопасности и контроля. Необходимо не только оптимизировать алгоритмы ИИ, но и разработать системы мониторинга и контроля, позволяющие оперативно вмешиваться в работу автономных систем и предотвращать потенциальные аварии, а также четко определить ответственность за принятые решения.

По прогнозам ВЭФ (Всемирный экономический форум), к 2030 году количество существующих вакансий и специальностей сократится на 22% от

текущего уровня. Однако развитие искусственного интеллекта приведет к созданию новых рабочих мест, а 8% рабочей силы будет перераспределено в другие отрасли [6].

Искусственный интеллект в автомобилестроении представляет собой мощный инструмент, способный трансформировать отрасль и оказать значительное влияние на социально-экономические аспекты. Внедрение ИИ открывает новые возможности для повышения эффективности, но также требует внимания к вызовам.

Источники

1. How AI is revolutionising production / [Электронный ресурс] // BMW GROUP: [сайт]. – URL: https://www.bmwgroup.com/en/news/general/2023/aiqx.html (дата обращения: 23.03.2025).
2. Искусственный интеллект поможет Toyota в создании новых моделей / [Электронный ресурс] // RG.RU: [сайт]. URL: https://rg.ru/2023/06/21/iskusstvennyj-intellekt-pomozhet-toyota-v-sozdanii-novyh-modelej.html (дата обращения: 23.03.2025).
3. Changan и Huawei запустили инновационный автозавод в Китае / [Электронный ресурс] // Известия: [сайт]. URL: https://iz.ru/1784291/2024-11-01/changan-i-huawei-zapustili-innovatcionnyi-avtozavod-v-kitae (дата обращения: 26.03.2025).
4. АВТОВАЗ и Сбер планируют совместный выпуск автомобилей с разработками на основе искусственного интеллекта / [Электронный ресурс] // Дзен: [сайт]. URL: https://dzen.ru/a/Za4ONcrQA0RXAEH9 (дата обращения: 26.03.2025).
5. Курс «Инженер машинного обучения» / [Электронный ресурс] // Яндекс.Практикум: [сайт]. URL: https://practicum.yandex.ru/machine-learning/?utm_source=yandex&utm_medium=search&utm_campaign=feed (дата обращения: 23.03.2025).
6. ВЭФ: для искусственного интеллекта придется создать 170 млн новых рабочих мест / [Электронный ресурс] // Ведомости: [сайт]. URL: https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2025/01/14/1086081-170-mln-rabochih-mest (дата обращения: 23.03.2025).

УДК 004.8

КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ЗАХВАТИТ МИР

Янмышбаш Исмаиль Османович, Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
yanmishbash.i.s.2.21@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается искусственный интеллект и его возможность захватит мир. Автором сделан вывод о том, что на данном этапе развития искусственного интеллекта угрозы «киберапокалипсиса» нет – все опасности связаны либо с злоупотреблениями новой технологией самими людьми, либо с изменениями в социально-трудовой сфере. Однако некоторые все же считают, что думать о такой угрозе нелишне – на тот случай, если мрачная фантастика в какой-то миг вдруг попытается стать реальностью.

Ключевые слова: технологии искусственного интеллекта, искусственный интеллект, среда обитания человека.

HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE WILL TAKE OVER THE WORLD

Yanmyshbash Ismail Osmanovich, Soloviev Valery Ivanovich
Tayrida College (structural unit) V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
yanmishbash.i.s.2.21@gmail.com

Abstract. The article discusses artificial intelligence and its ability to take over the world. The author concludes that at this stage of the development of artificial intelligence, there is no threat of a «cyber apocalypse» – all the dangers are associated either with the abuse of new technology by people themselves, or with changes in the social and labor sphere. However, some still believe that it is useful to think about such a threat – in case the gloomy fiction suddenly tries to become reality at some point.

Keywords: artificial intelligence technologies, artificial intelligence, human habitat.

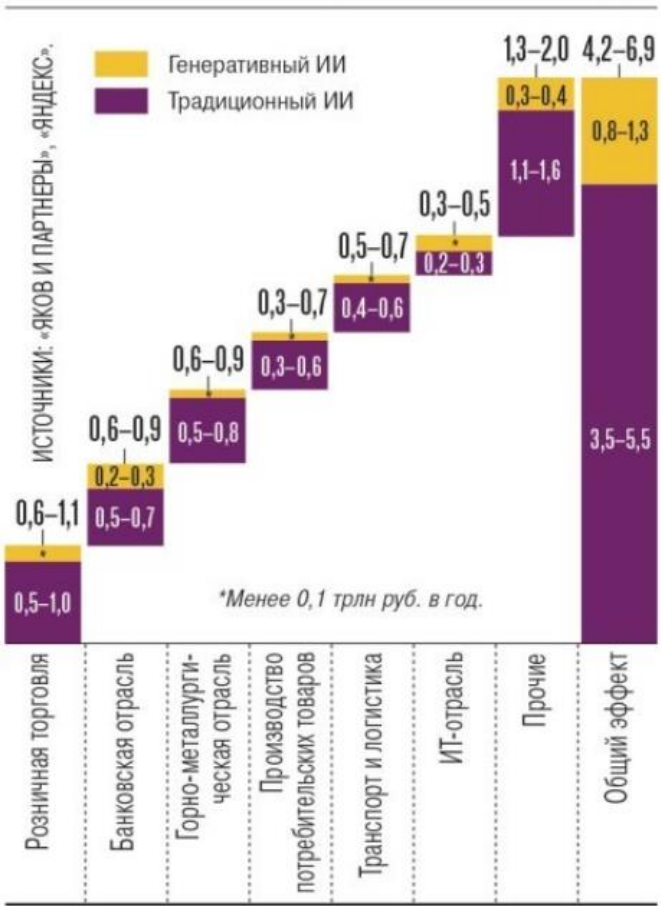
В 2023 году искусственный интеллект и нейросети стали заметным явлением общественной жизни в России. Это придало новый импульс дискуссиям о взаимоотношениях человека и искусственного интеллекта – в том числе о том, какие опасности таит он в себе таит [1].

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных искусственному интеллекту и его возможности захватит мир.

Кошкин Р. П. в своей статье «Цифровизация общества и искусственный интеллект» отмечает, что «новые технологии меняют мир. Главным фактором изменений становится научно-техническая революция и внедрение искусственного интеллекта (ИИ) во все сферы жизни и деятельности человека» [2, с. 123].

На внедрение технологий ИИ возлагают много надежд. Так, совместное исследование консалтинговой компании «Яков и партнеры» и «Яндекса» оценивает эффект использования технологий ИИ к 2028 г. в 4,2–6,9 трлн руб., или до 4% ВВП. Ожидается, что пятую часть (0,8–1,3 трлн руб.) даст применение генеративного ИИ, создающего тексты, видео и изображения на основе запросов. Основные потребители: ритейл, банки, горно-металлургическая отрасль, производство потребительских товаров, ИТ, транспорт и логистика [3].

Ожидаемый финансовый эффект внедрения ИИ, трлн руб. в год показан на рис. 1.



Источник: «Яков и партнеры», «Яндекс»

Рис. 1. Ожидаемый финансовый эффект внедрения ИИ, трлн руб. в год

А. Е. Петренко в своей работе «Искусственный интеллект - новый этап развития человечества» отмечает, что «сама по себе технология ИИ не несет никакой опасности для человека и это легко доказать: чат-боты, голосовые

помощники, роботы пылесосы – всё это никак не может навредить человеку и тем более намеренно убить его.» [4, с. 759].

О. Л. Фиговский, О. Г. Пенский в своей статье «Реальные и мнимые цели искусственного интеллекта» отмечают, что «сейчас практически невозможно предугадать, каким будет развитие искусственного интеллекта, насколько умными станут машины в следующие 10, 20 или 100 лет.» [5, с. 46].

Емдиханов Р. А. в своей статье «Опасности искусственного интеллекта» отмечает, что «люди часто относятся к новым технологиям с опасением. Многие опасаются непредсказуемых последствий, к которым может привести искусственный интеллект, однако одни смотрят на эту технологию с надеждой, а другие со страхом за свое будущее.» [6, с. 34].

В контексте проводимого нами исследования нам было важно учесть мнение Д. В. Константинова, который в своей статье «Искусственный интеллект: приближение антропологической катастрофы?» делает вывод: «Технологии искусственного интеллекта несут в себе огромный потенциал для дальнейшего развития человечества, но одновременно с этим становятся источником опасности.» [7, с. 40].

По нашему мнению, среди основных сфер применения прикладного ИИ преобладает машинное обучение, компьютерное зрение, обработку естественного языка и глубокое обучение с подкреплением. Модели ИИ можно использовать для решения задач классификации, прогнозирования и управления. Дополнительный потенциал прикладного ИИ можно раскрыть, объединив его с новыми технологиями.

Вместе с тем, в реальности применение ИИ остается ограниченным. Организации экспериментируют с ИИ, но сталкиваются с трудностями при попытке сделать технологию частью своих стандартных операций.

Специалисты полагают, что лишь к 2025 году половине организаций в мире удастся достичь той стадии внедрения ИИ, которую называют «этапом стабилизации», свидетельствующим о достижении зрелости в данной области.

При поддержке Минцифры в 2024 г. в России создан консорциум для исследований безопасности технологий ИИ. Его участники: Национальный технологический центр цифровой криптографии, Академия криптографии Российской Федерации и Институт системного программирования им. В.П. Иванникова РАН [3].

В результате проведённого исследования нами сделан вывод о том, что на данном этапе развития искусственного интеллекта и его возможности захватит мир, такой угрозы нет. Все опасности связаны либо с злоупотреблениями новой технологией самими людьми. Однако, все же думать о такой угрозе нужно – на тот случай, если мрачная фантастика в какой-то миг вдруг попытается стать реальностью.

Источники

1. Фантазия или реальность: готов ли искусственный интеллект захватить мир [Электронный ресурс]. https://riamo.ru/articles/aktsenty/fantaziya-ili-realnost-gotov-li-iskusstvennyj-intellekt-zahvatit-mir/ (дата обращения: 25.03.25).

2. Кошкин, Р. П. Цифровизация общества и искусственный интеллект / Р. П. Кошкин // Стратегические приоритеты. – 2020. – № 3-4(27-28). – С. 120-137.

3. Искусственный интеллект и угрозы информационной безопасности [Электронный ресурс]. https://www.iksmedia.ru/articles/6019300-Iskusstvennyj-intellekt-i-ugrozy.html (дата обращения: 25.03.25).

4. Петренко, А. Е. Искусственный интеллект -новый этап развития человечества / А. Е. Петренко // XXV Туполевские чтения (школа молодых ученых) : Тексты докладов участников Международной молодёжной научной конференции, посвященной 60-летию со дня осуществления Первого полета человека в космическое пространство и 90-летию Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, 10–11 ноября 2021 года. Том VI. – Казань: Изд-во ИП Сагиева А.Р., 2021. – С. 758-761.

5. Фиговский, О. Л. Реальные и мнимые цели искусственного интеллекта / О. Л. Фиговский, О. Г. Пенский // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2021. – № 1(52). – С. 43-48. – DOI 10.17072/1993-0550-2021-1-43-48.

6. Емдиханов, Р. А. Опасности искусственного интеллекта / Р. А. Емдиханов // XXV Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный Дню энергетика : материалы конференции, Казань, 07–08 декабря 2021 года. Том 3. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 33-36.

7. Константинов, Д. В. Искусственный интеллект: приближение антропологической катастрофы? / Д. В. Константинов // Вестник Омского университета. – 2024. – Т. 29, № 4. – С. 32-44. – DOI 10.24147/1812-3996.2024.4.32-44.

УДК 004.8

ЧАТ – БОТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕСА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ

Ярощук Никита Сергеевич, Очкур Галина Викторовна
Балаковский инженерно–технологический институт – филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково, Россия
yarohsyk10@gmail.com, gvochkur@mephi.ru

Аннотация. Статья рассматривает роль чат–ботов в автоматизации бизнес–процессов. Рассмотрены платформы для разработки Telegram–ботов, AI–ботов с NLP и no–code решений. Проанализированы преимущества и недостатки каждого подхода, а также даны рекомендации по выбору оптимального инструмента в зависимости от бизнес–задачи и целевой аудитории.

Ключевые слова: Чат-бот, автоматизация, Telegram-бот, AI-бот, машинное обучение.

CHATBOTS IN BUSINESS AUTOMATION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF TOOLS

Yaroshchuk Nikita Sergeyevich, Ochkur Galina Viktorovna
Bakalov Engineering and Technology Institute – branch of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «National Research Nuclear University «MEPhI», Balakovo, Russia
yarohsyk10@gmail.com, gvochkur@mephi.ru

Abstract. The article explores the role of chatbots in business process automation. It examines platforms for developing Telegram bots, AI bots with NLP, and no-code solutions. The advantages and disadvantages of each approach are analyzed, and recommendations are provided for selecting the optimal tool based on business needs and target audience.

Keywords: Chatbot, automation, Telegram bot, AI bot, machine learning.

В современном цифровом мире автоматизация бизнес–процессов становится необходимым фактором поддержания конкурентоспособности и повышения прибыли бизнеса. Одним из множества решений задач автоматизации процессов, происходящих в организации, может быть использование чат-ботов.

Чат-боты – это программы на основе искусственного интеллекта или заранее прописанных сценариев, которые имитируют живое общение с пользователями. Они эффективно справляются с различными задачами клиентского взаимодействия: обработкой типовых запросов,

консультированием, решением проблем пользователей. Сфера применения чат-ботов чрезвычайно широка – они одинаково успешно используются как в сфере услуг, так и в сфере производства.

Внедрение чат–ботов в бизнес–процессы может осуществляться различными методами, каждый из которых имеет свои технические особенности. Наиболее распространенными программными решениями являются: Telegram- боты, AI-боты с NLP (обработкой естественного языка), и no-code решения, которые не требуют навыков программирования [1].

Telegram-бот – это программное приложение, функционирующее в экосистеме мессенджера Telegram, и взаимодействующее с пользователями через текстовые команды и кнопки. Его преимуществом является интеграция с платформой Telegram, что обеспечивает высокий уровень безопасности, простоту использования и доступ к встроенным функциям мессенджера, таким как push–уведомления и встроенные платежи [2].

Благодаря гибкости API (внешнего программного интерфейса), Telegram-боты легко интегрируются с внешними сервисами, базами данных и платежными системами, что делает их удобным инструментом для бизнеса. Они позволяют автоматизировать процессы регистрации пользователей, обработки заказов, технической поддержки персонала, снижая нагрузку на сотрудников организации и повышая скорость обслуживания клиентов.

Однако у Telegram-ботов есть несколько недостатков. Во-первых, их функциональность напрямую зависит от возможностей мессенджера, что может создавать барьеры для реализации сложных бизнес-логик. Во-вторых, для разработки Telegram-бота необходимо привлечение разработчика, так как даже простые боты требуют знаний в области программирования.

Существуют аналоги Telegram–ботов для других мессенджеров и платформ, такие как:

- BotPress – Open-source платформа для создания чат–ботов с поддержкой NLP (Node.js) [3];
- Microsoft Bot Framework – Позволяет создавать ботов для Telegram, Skype, Teams, Slack и других (C#, JavaScript) [4];
- Rasa – Open-source фреймворк для создания AI–ботов с NLP (Python);
- Dialogflow (Google) – Платформа для создания голосовых и текстовых ботов (интеграция с Telegram, Slack и др.);
- Wit.ai (Meta) – NLP-платформа для создания умных ботов (поддерживает Telegram, Messenger и др.).

Решения, которые не требуют навыков программирования – это программные платформы, позволяющие разрабатывать приложения и автоматизировать бизнес-процессы без необходимости написания кода. Они основаны на графическом интерфейсе, предоставляющем пользователям

возможность создания логики работы приложения с помощью визуальных элементов, таких как блок–схемы или конструкторы сценариев.

В контексте чат–ботов no–code платформы позволяют бизнесу быстро разрабатывать и внедрять чат-ботов для выполнения разных задач, без привлечения разработчиков. Такие решения значительно снижают затраты на техническую реализацию и сокращают время выхода продукта на рынок. Но, несмотря на данные преимущества, у no–code решений есть и недостатки. Во–первых, слабые функциональные возможности, что может затруднять реализацию сложных сценариев взаимодействия с пользователями или интеграцию с нестандартными бизнес–процессами. Во–вторых, такие платформы ограничивают возможность масштабирования чат – ботов: при увеличении нагрузки компании могут столкнуться с недостатком инструментов или высокой стоимостью дополнительных возможностей. В–третьих, использование no–code платформ накладывает на бизнес зависимость от провайдера услуги, что может привести к проблемам, связанным с изменением ценовой политики организации провайдера, ограничением доступа к данным или прекращением поддержки программного продукта провайдером.

Наиболее распространенными no-code решениями являются:

- ManyChat – создание ботов для Messenger, Telegram, WhatsApp;
- Chatfuel – конструктор ботов для Telegram, Messenger;
- Zapier/Make (Integromat) – платформы для автоматизации взаимодействия между ботами и другими сервисами;
- Aivo – платформа для создания AI-ботов с поддержкой Telegram и других мессенджеров [4].

Для решения задач, связанных с интеллектуальной обработкой данных, используют AI-боты.

AI-боты представляют собой решения, основанные на искусственном интеллекте, которые способны имитировать человеческое общение, обучаться на основе данных и адаптироваться к изменяющимся условиям взаимодействия с пользователями. Они могут быть, как написаны с помощью разработчиков, так и являться no-code решениями. В первом случае разработчики разрабатывают AI-ботов с использованием сложных алгоритмов машинного обучения, нейросетей и анализа данных, что позволяет создавать ботов с высокой степенью персонализации и понимания контекста. В то же время, в no-code решениях AI-боты могут быть созданы с помощью графических интерфейсов и шаблонов, предоставляемых платформами для создания no-code чат ботов, что позволяет пользователям без технических навыков создавать ботов для базовых задач. AI-боты в обоих случаях позволяют бизнесу повысить эффективность взаимодействия с клиентами, улучшить персонализацию

обслуживания и автоматизировать сложные процессы, требующие интеллектуальной обработки данных.

Бизнесу для выбора платформы необходимо проанализировать бизнес-задачу, для решения которой будет использовано ПО и ее целевую аудиторию.

Telegram-боты удобны для взаимодействия с пользователями мессенджера, но требуют участия разработчиков для разработки бота.

No-code решения позволяют создать чат–ботов без программирования, но их функциональность ограничена. Они просты в использовании и значительно ускоряют процесс разработки, но не подходят для реализации сложных или специфичных задач.

AI-боты, использующие машинное обучение и обработку естественного языка, подходят для более сложных задач, таких как анализ запросов и персонализированные рекомендации. Разработка таких ботов требует высокой квалификации и времени, поскольку необходимо настраивать и обучать модели машинного обучения.

Чат-боты помогают автоматизировать различные аспекты бизнес-процессов, снижая потребность в человеческих ресурсах и повышая скорость обслуживания клиентов.

Таким образом, использование чат-ботов в бизнес-среде способствует повышению эффективности операционной деятельности за счёт автоматизации процессов взаимодействия с клиентами. Чат-боты позволяют минимизировать нагрузку на персонал, повысить скорость обработки услуг и обеспечить круглосуточную поддержку пользователей. Внедрение чат-ботов может значительно улучшить качество обслуживания, персонализировать взаимодействие с клиентами и повысить их удовлетворённость, что, в свою очередь, способствует повышению конкурентоспособности компании на рынке.

Выбор подходящей платформы зависит от целевой аудитории и бизнес–задачи. Telegram-боты обеспечивают интеграцию с популярным мессенджером, но требуют технических знаний. No-code решения предоставляют более быстрый и простой способ создания ботов, но с ограниченной функциональностью. AI-боты, использрующие машинное обучение, идеально подходят для более сложных задач, но их разработка требует значительных ресурсов и опыта.

Источники

1. Обзор инструментов для создания чат–ботов [Электронный ресурс]. https://workspace.ru/blog/luchshie–instrumenty–dlya–sozdaniya–chat–botov–v–2024–godu/ (дата обращения: 27.03.2025).

2. Руководство по созданию чат–ботов для бизнеса [Электронный ресурс]. https://vc.ru/marketing/396177–sozdanie–chat–bota–dlya–biznesa–vybiraem–reshenie–i–pokazyvaem–process–samoe–polnoe–rukovodstvo–na–2022–god (дата обращения: 27.03.2025).

3. Сравнение платформ для создания чат–ботов [Электронный ресурс]. https://www.nocodecircle.com/blog/luchshie–platformy–dlya–sozdaniya–chat–botov–2025–sravnenie–bothelp–salebot–i–chatforma (дата обращения: 27.03.2025).

4. Обзор сервисов для создания чат–ботов [Электронный ресурс]. https://sendpulse.com/ru/blog/chat–bot–services (дата обращения: 27.03.2025).

5. Косенко О. Ю. Чат-бот как инструмент цифровой маркетинговой коммуникации (анализ использования чат-ботов в России и Австрии) / О. Ю. Косенко, Б. З. Заврумова // Инноватика: современные технологии модернизации общества: Материалы III Региональной научно-практической конференции с международным участием. Пятигорск: ПиИД УНР ФГБОУ ВО "ПГУ", 2021. С. 27-36.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 681.05

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ПРОГРАММИРОВАНИЮ РОБОТОВ-ХУДОЖНИКОВ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ ПО ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Абдыев Джумамухаммет Рахманович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары
abdyyewjuma@gmail.com

Аннотация. В настоящее время все роботы на промышленных предприятиях управляются специализированным программным обеспечением. Когда эти роботы разрабатываются и обслуживаются программными компаниями, установка на них специальных кодов создает определенные трудности. Именно поэтому высшие учебные заведения используют новейшие достижения науки, цифровые технологии, «умные» устройства и инновационные приборы; одной из главных задач нашего времени является сбор более обширной и богатой информации и объяснение ее студентам на туркменском языке для практических занятий в высших учебных заведениях Туркменистана. По этой причине проводится научный проект под названием «Робот-художник» для обучения студентов на практических занятиях по курсам «Языки и методы программирования», «Технические средства и методы информационной безопасности», «Аппаратное и программное обеспечение информационной безопасности», принадлежащим кафедре информационных технологий Государственного энергетического института Туркменистана. В данной научной статье, основанной на результатах этой работы, представлена некоторая информация в образовательных целях при обучении студентов правилам программирования, программным кодам и устройствам подключения. В качестве примера в статье описывается последовательность работы по обучению студентов программированию роботов и выполнению команд на туркменском языке в соответствии с государственными программами.

Ключевые слова: робот, язык программирования, умные технологии, плата Arduino UNO.

FEATURES OF TEACHING TO DESIGN AND PROGRAMMING OF DRAWING ROBOTS IN THE TRAINING OF INFORMATION SECURITY ENGINEERS

Abdyyev Jumamuhammet Rahmanovıch
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary
abdyyewjuma@gmail.com

Abstract. Today, all robots in industrial enterprises are controlled by specialized software. When these robots are developed and maintained by software companies, installing special codes on them creates certain difficulties. This is why higher educational institutions use the latest achievements of science, digital technologies, “smart” devices and innovative devices; one of the main tasks of our time is to collect more extensive and rich information, and explain it to students in the Turkmen language for practical classes in higher educational institutions of Turkmenistan. For this reason, a scientific project called “Drawing Robot” is being conducted to train students in practical classes in the course “Programming languages and methods”, “Technical means and methods of information security”, “Hardware and software for information security”, owned by Department of Information. Technologies of the State Energy Institute of Turkmenistan. This scientific article, based on the results of this work, presents some information for educational purposes when teaching students programming rules, program codes and connection devices. As an example, this article describes the sequence of work on teaching students to program robots and execute commands in the Turkmen language in accordance with government programs.

Keywords: robot, programming language, smart technologies, Arduino UNO board.

Introduction

Currently, State programs and concepts are adopted in Turkmenistan for the improvement of national science and education systems, in particular, training of modern specialists and development of information and communication technologies in these systems [1].

Creating students' interest in learning new skills and improving student's level of education, training students who are able to work with electrical and electronic (semiconductor) equipment is one of the main problems of today and at the State Energy Institute of Turkmenistan, several software products and motorized robots are being developed in the Turkmen language in cooperation between professors and students.

In the Department of Information Technologies of the State Energy Institute of Turkmenistan, in specialties such as Information security management, information security, information communication technologies and communication systems, data measurement techniques and technologies, software engineering, in the training sessions of such courses like technical means and methods of data protection, Software-hardware means of information security, Technical means and methods of data protection, Programming languages and methods, Programming technology, Digital processing of signals, Basics of data security, Training system of data protection specialists, Software-hardware of data protection resources, Database Security, Fundamentals of programming languages and working with operators, Functions and operators, designing robotics and using programming principles and performing multi-purpose tasks, teaching programming is the primary goal of lecturers.

List of symbols			
USB	Universal Serial Bus	TWI	Training Within Industry
PWM	Pulse-width modulation	SPI	Serial Peripheral Interface
TTL	Time to live	ICSP	In-circuit serial programming
FTDI	Future Technology Devices International Limited	CNC	Computer numerical control
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter	STEM	Science, technology, engineering and mathematics
COM	Component Object Model		

1. Materials and methods

1.1. Electric motors. Drive robots are designed to drive, control and execute commands in the production process, respectively, depending on their type.

Fig. 1. NEMA 1717 HS 4401.

1.2. Management of cables and embedded microcontrollers.

Connecting the microcontroller to one of the computer's input and output ports (such as a USB port) allows you to control the robot's movements. The robot is controlled using a keyboard, joystick or other peripheral devices.

Adding a project microcontroller may also require programming the robot with input signals. Its main advantages are the same as direct cable management. More complex robot behaviors can be customized by programming specific buttons and commands. The embedded microcontroller is based on its own algorithm. This means that it can interact with sensors and make certain decisions on its own. It will push the creation of higher-performance, large-scale projects using additional electrical engineering and their management through cables.

Using the Arduino Uno board, it transfers the information, notes, drawings, pictures given in a precise and specific size from the computer environment to the paper, i.e., an intelligent drawing robot project has been developed. The following devices and software were used to design the drawing robot [2].

Fig. 2. Used Arduino UNO board.

2. Selecting elements for a smart robotic device that draws

Electronic devices needed for the project.

Let us describe the properties of these electronic components in detail:

Arduino UNO is an electronic development board equipped with ATmega328 microcontrollers developed by Italian engineers and provided with open source software [2]. Arduino can also be connected to software running on a computer, as it is used to create interactive objects. Based on additional finished boards depending on the task to be done. The Arduino UNO board has 14 inputs/outputs (6 of which can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connector, a power connector, an ICSP connector, and a reset button. To operate, the platform must be connected to a computer and a power source via a USB cable.

Unlike other boards that use FTDI USB microcontrollers for USB communication, the new Arduino Uno uses ATmega328 microcontrollers. The Arduino Uno board comes in a number of types and can be chosen according to the structure of the project. The characteristics of the Arduino Uno ATmega328 microcontroller are listed in Table 1 below [3].

Table 1. Characteristics of the Arduino Uno ATmega328

Microcontroller	ATmega328
Working voltage:	5 V
Input voltage (recommended):	7-12 V
Input Voltage (Maximum):	6-20 V
Digital input/output:	14 (6 of which can be used as PWM outputs)
Analog input:	6
DC power:	40 mA
DC output (3.3 W):	50 mA
Flash memory:	32 kB (ATmega328)
RAM:	2kB (Atmega328)
Exact frequency:	16MGs

The ATmega328 supports a UART TTL (5V) serial interface implemented with pins 0(RX) and 1(TX). An on-board ATmega328 chip handles this interface via USB. PC-side applications "communicate" with the board via the COM port. The ATmega328 firmware uses a standard USB COM driver. No third-party drivers are required. But Windows requires the ArduinoUNO.inf file to connect.

The Arduino Serial Monitor allows you to send and receive text data when the board is connected. The RX and TX LEDs on the board blink when data is being sent via the FTDI chip or USB connection (but not when using serial communication at points 0 and 1). With the SoftwareSerial library it is possible to create a serial data transfer through the digital points of the Uno. The ATmega328 supports 12C (TWI) and SPI interfaces.

The platform is programmed using Arduino software. From the Tools board menu, select Arduino Uno according to the installed microcontroller. The ATmega328 microcontroller is activated by loading a ready-made driver that does not require programming. Communication is done with the STK500 microchip. It has the option of not using Bootloader and using microcontrollers via ICSP points (internal programming) [3].

Consider connecting the CNC A4988 and DRV8825 stepper motor drivers using the module. You should check out the CNC v3, which allows you to install the drivers in 4 parts without using extra connecting wires.

CNC shield v3 allows you to install drivers that can control multiple independent stepper motors. That is, it refers to the installation of a laser engraving machine, a 3D printer, and its technical characteristics are given in Table 2 below [3].

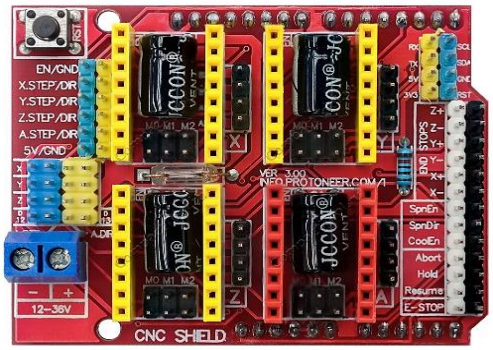


Fig. 3. Used CNC v3

Table 2. Characteristics of CNC Shield version 3.0

Model	CNC Shield version 3.0
Dimensions	Dimensions of Arduino UNO and other boards
Coordinates	4 (X,Y,Z,A)
Logic part voltage	5W
Power supply	12-36W
Drivers	A4988 ýa-da DRV8825 we başgalar
Interface	UART, 12C
Size	65x55x20 mm
Weight	32g.

NEMA1717 HS 4401 2-step motor (with cables). The NEMA17 stepper motor is widely used in 3D printers, CNC machines and other automated machinery to generate rotary motion that can be converted to linear motion, and its characteristics are given in Table 3 below.

Table 3. Characteristics of NEMA1717 HS 4401

Maximum current	1.5 A.
Size	42x42x38
Shaft	5x21.5 mm

A4988 2-stage drivers. The A4988 stepper motor driver is a device that rotates a stepper motor. This device is an integral part of high-precision CNC machines and 3D printers.

Application of A4988 stepper motor. Stepper motors are used to create high-precision tools, which have several advantages over collector motors:

- stepper motor starts fast, stops and reverses;
- high mobility and positioning accuracy;
- allows positioning without denying the given order;
- it has the ability to change at high speed and rotate.

It should be noted that stepper motors are used in a variety of motion devices. That is, scanners, printers, faxes and 3D printers used in office equipment are driven by stepper motors.

A4988 is known as the most popular Driver. Driver – this controls the stepper motor. The A4988 module is capable of protecting against overload and overheating. One of the main characteristics of stepper motors is the number of steps for 360o revolutions. For example, for Nema17 stepper motors, the number of rotations is 200 steps, that is, 1 step is equal to 1.80. Since the A4988 driver is very capable of handling intermediate steps, five "microsteps" are used to increase this value (smaller interval step) (1(full), 1/2, 1/4, 1/8, 1/16) mode also available.

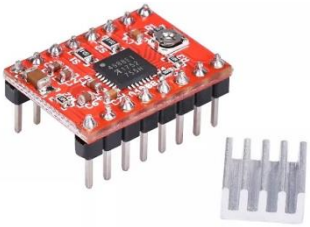


Fig. 4. A4988 2-stage driver

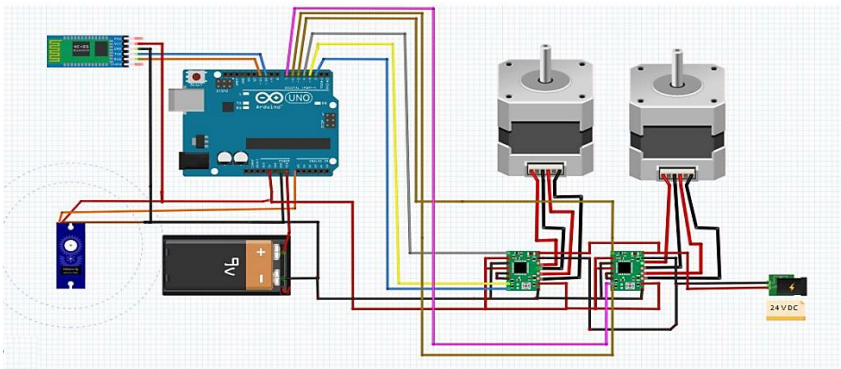


Fig. 5. General schematic of a drawing robot device.

Servo Motor SG90 – Based on the command signals, the Servo Motor is driven to open the word spacing and leave the spaces between the lines. It is used

to lift the drawing pen up and down onto the paper. The project used 1 (one) compact SG90 Servo Motor to control the drawing robot.

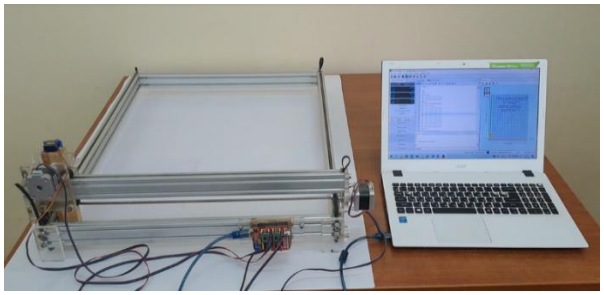


Fig. 6. A drawing robot device.

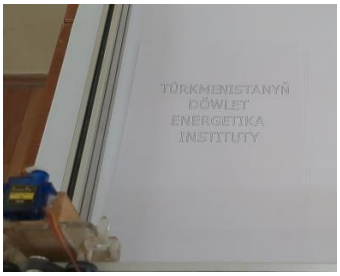


Fig. 7. A drawing of a drawing robot device.

It is possible to draw multiple drawings using a smart robot device. After inputting a word to program or a drawing, the Smart Robot starts working after being given a command. Figure 6 shows a picture of the drawn letter.

Discussion

By programming, Smart Robot can also draw any kind of portrait drawings. By using the STEM methodology, an “Smart robot” device was created by performing independent research and calculation tasks in practice classes. This, in turn, will enable future professionals to develop the necessary programming and management skills in this field.

Conclusion

The development of an intelligent drawing robot device and its control software will help students more easily control the robots used in enterprises today. At the same time, the pedagogical aspects of project-based learning, information security, program management and computer requirements of the modern labor market for engineers were taken into account.

References

1. Concept of development of digital education system in Turkmenistan approved by the decision 340 of the President of Turkmenistan on September 15, 2017. Ashgabat 2017.

2. M Atayev, M Churiyev, G Atayev, A Agayev and J Abdyyev. Development of technology for creating software in the electric power industry of Turkmenistan. 27, March, 2023. DOI:10.1088/1755-1315/1154/1/012063.

3. Internet resource: https://www.arduino.cc/reference/en/.

УДК 004.056

СКАНИРОВАНИЕ УЯЗВИМОСТЕЙ КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИИ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СКАНЕРОВ MAXPATROL 8 И REDCHECK

Аванская Алёна Алексеевна[1], Бусова Рената Сергеевна[2], Саидгараева Ралина Рамилевна[3]
[1,2]ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
[3]ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Ralina.yung@bk.ru

Аннотация. В статье рассматриваются отечественные сканеры уязвимостей *MaxPatrol* 8 и *RedCheck*. В данной работе представлен сравнительный анализ их функциональных возможностей, принципов работы. Особое внимание уделено сравнительной характеристике данных продуктов в контексте актуальных задач обеспечения информационной безопасности организаций.

Ключевые слова: сканеры уязвимостей, MaxPatrol 8, *RedCheck*, обнаружение уязвимостей.

VULNERABILITY SCANNING AS A WAY TO ENSURE INFORMATION SECURITY IN AN ORGANIZATION. COMPARATIVE ANALYSIS OF MAXPATROL 8 AND REDCHECK SCANNERS

Avanskaya Alena Alekseevna[1], Busova Renata Sergeevna[2], Saidgaraeva Ralina Ramilevna[3]
[1,2]KNRTU–KAI, Kazan, Russia
[3]KSPEU, Kazan, Russia
Ralina.yung@bk.ru

Annotation. The article discusses domestic vulnerability scanners MaxPatrol 8 and RedCheck. This paper presents a comparative analysis of their functionality and operating principles. Particular attention is paid to the comparative characteristics of these products in the context of current tasks of ensuring information security of organizations.

Key words: vulnerability scanners, RedCheck, MaxPatrol 8, vulnerability detection.

Безопасность *IT*-инфраструктуры критически важна для бизнеса, так как уязвимости могут привести к утечке данных, финансовым и репутационным потерям. Нарушение работы ключевых систем способно нанести значительный ущерб организации. Поэтому своевременное выявление и устранение уязвимостей — ключевой элемент стратегии информационной безопасности.

Согласно отчету *Positive Technologies* по I кварталу 2024 года [1], в каждой третьей (34%) успешной атаке на организации злоумышленники эксплуатировали уязвимости. Согласно данным *Coalition* [2], количество уязвимостей в различных программных продуктах в 2024 году может увеличиться на 25%, что составит примерно 2900 новых уязвимостей каждый месяц.

Сканеры уязвимостей (СУ) — ключевые инструменты для автоматизированного выявления слабых мест в системах безопасности, позволяющие проводить диагностику сетей, компьютеров, операционных систем (ОС) и приложений. Они выявляют потенциальные угрозы, предоставляя детальную информацию о сетевом оборудовании, активных службах, версиях программного обеспечения (ПО) и связанных с ним уязвимостях. Регулярное использование СУ помогает своевременно обнаруживать и устранять риски в корпоративной *IT* -инфраструктуре.

Работа СУ основана на принципе моделирования поведения злоумышленников при проведении кибератак. Такой подход, сочетающий имитацию реальных атак с традиционным сигнатурным анализом, позволяет наиболее полно оценить уровень защищенности информационных систем (ИС).

Ключевыми задачами, которые выполняют СУ являются:

• идентификация доступных сетевых ресурсов и устройств;

• идентификация доступных сетевых сервисов, служб, установленного ПО и ОС;

• идентификация имеющихся уязвимостей;

• формирование отчетов с детализированным описанием проблемы и рекомендациями по их устранению [3, 4].

СУ используют два основных механизма, при помощи которых проверяется наличие уязвимостей:

1. Сканирование – метод пассивного анализа, при котором сканер пытается выявить уязвимости по косвенным признакам, фактически не подтверждая их наличие. Быстрый и простой в реализации метод. Процесс включает в себя идентификацию открытых портов на каждом сетевом устройстве и сбор заголовков, связанных с этими портами. Полученные заголовки сравниваются с таблицей правил определения сетевых устройств, ОС и потенциальных уязвимостей. Результаты такого сравнения позволяют установить наличие или отсутствие уязвимостей в системе.

2. Зондирование – метод активного анализа, который проверяет наличие уязвимостей на анализируемом узле путем имитации атак. Медленный, но высокоточный метод. Зондирование использует данные, полученные в процессе сканирования, для детального анализа каждого устройства сети. Этот метод также применяет известные методы реализации атак для подтверждения

предполагаемых уязвимостей и выявления новых, которые невозможно обнаружить пассивными методами, например, уязвимость к атакам типа «отказ в обслуживании».

Алгоритмы работы СУ подразделяются на два типа: *WhiteBox* («Аудит») – внутренний анализ сети для детальной проверки, но с меньшей имитацией реальных атак, а также *BlackBox* («Пентест») – внешнее сканирование через публичные интерфейсы, максимально приближенное к реальным условиям атаки. Разница в подходе позволяет выбирать баланс между глубиной проверки и реалистичностью тестирования [5].

В связи с тем, что приобретение зарубежного ПО не является ныне возможным, отечественные СУ становятся все более востребованными. Таким образом *MaxPatrol* 8 и *RedCheck* помогают своевременно выявлять и устранять угрозы в корпоративных *IT*-инфраструктурах:

- *RedCheck* от АО «Алтэкс-Софт» – комплексное решение для анализа защищённости и управления информационной безопасностью (ИБ), выявляющее уязвимости в коде, настройках, паролях и ПО. Оно использует международную базу *OVALdb* для оценки защищённости ИС;

- *MaxPatrol* 8 от *Positive Technologies* создан на основе сканера *XSpider* и автоматизирует контроль защищённости, инвентаризацию активов и соответствие стандартам. Система включает обновляемую базу уязвимостей и стандартов ИБ.

Для более подробного анализа было проведено сравнение *RedCheck* и *MaxPatrol* 8 по следующим параметрам:

- общие сведения (тип лицензии и ее стоимость на 1 год; сертификация; наличие в реестре отечественного ПО; сравниваемые версии; используемый сканер);

- системные требования (поддерживаемые ОС; система управления базами данных (СУБД); сканируемые ОС; центральный процессор; ОЗУ и ПЗУ);

- функциональные возможности (инвентаризация ресурсов ИС; выявление уязвимостей; аудит в режиме «Пентест»; режим сканирования *Forensic* (обнаружение инцидентов); аудит паролей; управление обновлениями; аудит защищенности СУБД; аудит платформ виртуализации; аудит платформ контейнеризации; анализ веб-приложений; контроль политик безопасности; контроль целостности; формирование отчетов с инструкциями по исправлению уязвимостей; отправка оповещений; автоматизация контроля защищенности);

- результаты сканирования в режиме «Аудит» и в режиме «Пентест», более подробно в табл. 1.

По результатам сравнения видно, что и *RedCheck* и *MaxPatrol* 8 обладают сертификатами ФСТЭК, что подтверждает их соответствие средствам контроля

защищенности и требованиям, установленным в документе «Требования по безопасности информации, устанавливающие уровни доверия к средствам технической защиты информации и средствам обеспечения безопасности информационных технологий» - по 4 уровню доверия. Оба сканера имеют возможность использоваться в составе автоматизированных систем до класса защищенности 1Г, а также в ИС персональных данных, государственных информационных системах и критической информационной инфраструктуре до 1 класса защищенности включительно. Функциональные возможности у продуктов достаточно схожи, а расхождения являются незначительными.

Таблица 1. Результаты сканирования в режимах «Аудит» и «Пентест»

Программное обеспечение	*RedCheck*	*MaxPatrol* 8
Результаты сканирования в режиме «Аудит»		
Время сканирования	5 мин 33 сек	10 мин 33 сек
Общее количество найденных уязвимостей	1369	1468
Количество уязвимостей критического уровня	36	112
Количество уязвимостей высокого уровня	923	966
Количество уязвимостей среднего уровня	382	375
Количество уязвимостей низкого уровня	24	15
Количество уязвимостей с неизвестным риском	4	–
Результаты сканирований в режиме «Пентест»		
Время сканирования	9 мин 51 сек	27 мин 24 сек
Общее количество найденных уязвимостей	12	14
Количество уязвимостей критического уровня	0	0
Количество уязвимостей высокого уровня	7	8
Количество уязвимостей среднего уровня	4	5
Количество уязвимостей низкого уровня	1	1

Явным отличием между рассматриваемыми продуктами будет то, что в *MaxPatrol* 8 используется сетевой сканер, разработанный компанией *Positive Technologies*, а основой *RedCheck* является утилита *Nmap*. Кроме того, *RedCheck* совместим с ОС *Linux*, что дает продукту несомненное преимущество по сравнению с *MaxPatrol* 8 в нынешних условиях необходимого импортозамещения. Оценив результаты сканирования, можно выделить следующие особенности:

- при работе оба сканера показали высокие результаты. Как *RedCheck*, так и *MaxPatrol* 8, выявили более 1300 уязвимостей в режиме сканирования

«Аудит» и более 10 уязвимостей в режиме «Пентест». Однако сканер от *Positive Technologies* все же имеет небольшое преимущество в количестве выявленных уязвимостей;

- *RedCheck* обладает преимуществом в скорости сканирования, что особенно заметно в режиме «Пентест»;

- также важным параметром является удобство интерфейса программы. Консоль управления *RedCheck* представляет собой *Dashboard* (инструмент для визуализации данных). На нём отображаются такие информативные окна, как: «Аудит обновлений», «Аудит уязвимостей», «Распределение уязвимостей по уровням», «Распределение уязвимостей по хостам», «Необновленные и уязвимые хосты» и диаграммы со статистикой для каждого режима сканирования. Наличие подобной динамической панели делает процесс работы с программой значительно удобнее.

В заключение следует отметить, что, *RedCheck* отличается совместимостью с отечественными ОС, удобным интерфейсом, высокой скоростью и доступной ценой, что делает его оптимальным для малого бизнеса. *MaxPatrol* 8 обладает собственным сетевым сканером, расширяемой базой уязвимостей и гибкими профилями проверок, ориентирован на крупные компании с повышенными требованиями к ИБ. Выбор между ними зависит от бюджета, масштабов организации и требований к функционалу, включая точность сканирования, объём базы уязвимостей и интеграцию с инфраструктурой.

Источники

1. Актуальные киберугрозы: I квартал 2024 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2024-q1/ (дата обращения 25.10.2024)

2. Navigate the current cyber risk landscape [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://web.coalitioninc.com/download-cyber-threat-index-2024.html (дата обращения 25.10.2024)

3. Габитов А.Э. Сравнительный анализ сетевых сканеров безопасности / Мавлютовские чтения. Том 4. Уфа. 2021. С. 362-365.

4. Киргизбаев С.П. Применение сканеров уязвимостей для обнаружения потенциальных угроз информации в корпоративной сети и анализа её защищенности / Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. 2023. С. 17-31.

5. Кухленко Д.В. Анализ уязвимостей объекта оценки (сертифицированного программного обеспечения) с помощью сканера уязвимостей / Студенческий. 2024. С. 23-24.

УДК 004.056

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБЕЗЛИЧИВАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Алексеев Дмитрий Владимирович, Тумбинская Марина Владимировна
«КНИТУ-КАИ, г. Казань, Россия
tumbinskaya@inbox.ru, twenty.xic@yandex.ru

Аннотация. В работе анализируются методы обезличивания персональных данных, сделаны выводы о необходимости разработки обобщенной методики, направленной на минимизацию рисков утечки и несанкционированного доступа к информации. Анализ исследований показал, что уровень защищенности информации определяется корректностью и эффективностью применяемых методов обезличивания.

Ключевые слова: обезличивание, персональные данные, методы обезличивания

MODERN METHODS OF DEPERSONALIZATION OF PERSONAL DATA: ANALYSIS OF EFFICIENCY AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT

Alekseev Dmitry Vladimirovich, Tumbinskaya Marina Vladimirovna
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
tumbinskaya@inbox.ru, twenty.xic@yandex.ru

Abstract. The paper analyzes methods of depersonalization of personal data, and draws conclusions about the need to develop a generalized methodology aimed at minimizing the risks of leakage and unauthorized access to information. The results of the research analysis showed that the level of information security is determined by the correctness and effectiveness of the depersonalization methods used.

Keywords: depersonalization, personal data, depersonalization methods

Бурное развитие процессов цифровизации обуславливает актуальность и значимость защиты персональных данных. Доступ к полным или частичным данным о физическом лице позволяет злоумышленникам их использовать в различных целях. Кроме киберугроз, существуют множество негативных последствий утечки персональных данных, например, сталкинг – преследование или систематическое наблюдение с целью причинения психологического или физического вреда физическому лицу. Согласно аналитическим данным компании Positive Technologies [1], по состоянию на начало 2024 года отмечается аномально высокий уровень инцидентов,

связанных с утечками персональных данных. Данные показатели свидетельствуют о необходимости внедрения эффективных мер защиты или разработке таковых, если они отсутствуют.

Использование обезличивания решает проблему повышения уровня защищенности персональных данных, поскольку даже при возникновении утечки снижаются риски негативных последствий и для субъектов, и для операторов ПДн. Обезличивание может использоваться в сфере государственного управления, образования, медицины и здравоохранения, финансовом секторе, логистике, маркетинге и т.п. Актуальность и востребованность обезличивания персональных данных очень высока, т.к. согласно нормативному документу ФЗ №152 «О персональных данных» от 27.07.2006 [2] организации обязаны обеспечивать защиту персональных данных.

В соответствии с приказом Роскомнадзора №996 от 05.09.2013 г. выделяют четыре метода обезличивания:

- метод введения идентификаторов (замена части сведений (значений персональных данных) идентификаторами с созданием таблицы (справочника) соответствия идентификаторов исходным данным);

- метод изменения состава или семантики (изменение состава или семантики персональных данных путем замены результатами статистической обработки, обобщения или удаления части сведений);

- метод декомпозиции (разбиение множества (массива) персональных данных на несколько подмножеств (частей) с последующим раздельным хранением подмножеств);

- метод перемешивания (перестановка отдельных записей, а также групп записей в массиве персональных данных) [3].

В работе [4] представлено подробное описание данных методов. В исследовании [5] на основе анализа реального кейса проводится оценка эффективности рассматриваемого метода по различным критериям, например, оценка осуществляется с учетом технических критериев, таких как обеспечение невозможности идентификации персональных данных с одной стороны, и потенциальная возможность их деобезличивания при использовании дополнительных данных, с другой стороны. Также анализ включает экономические критерии, среди которых рассматривается показатель окупаемости внедрения метода. Анализ литературных источников [4-9] выявил отсутствие подобного анализа для других методов обезличивания, а также отсутствие не только методики количественно-качественного анализа результатов, но и самого процесса обезличивания, то есть использования различных алгоритмов. В работе [10] приведен алгоритм с использованием криптографические преобразования рассеивания, перемешивания и

гаммирования, описана эффективность предложенного алгоритма по сравнению с аналогами.

Поскольку большинство решений для автоматизированной обработки и хранения персональных данных используют реляционные базы данных с SQL, то важно правильно оценивать различные методы и алгоритмы обезличивания, применимые к базам данных такого типа. В работе [11] описывается кросс платформенное решение с использованием реляционных баз данных для процесса обезличивания.

Обезличивание персональных данных является важным инструментом для обеспечения конфиденциальности информации. Выбор метода обезличивания зависит от конкретных целей и условий использования данных. Анализ исследований показал, каждый из существующих подходов имеет свои преимущества и ограничения и требует их адаптации под конкретные условия применения [12, 13], следовательно, возникает необходимость создания обобщенной методики оценки обезличивания для данных разной чувствительности и алгоритма оценки результатов обезличивания с учетом таких параметров как устойчивость к дешифрации, сложность обезличивания, искажение данных, сложность восстановления исходных данных, сохранение структуры данных, время обезличивания, производительность вычислительных ресурсов, адаптивность к различным типам данных, масштабируемость, стойкость к атакам, риски информационной безопасности и др. Дальнейшие исследования предполагают разработку методики оценки качества процедуры обезличивания персональных данных соответствующей требованиям законодательства и обеспечивающей высокий уровень конфиденциальности.

Источники

1. Утечки конфиденциальных данных из организаций за 1-е полугодие 2024 [Электронный ресурс]. URL: https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/utechki-dannyh-aktualnye-ugrozy-pervogo-polugodiya-2024-dlya-organizaczij/#id6 (дата обращения 14.03.25).

2. Федеральный закон № 152 "О персональных данных" от 27.07.2006 г. [Электронный ресурс]. URL: https:// www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения 16.03.25).

3. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций №996 от 5 сентября 2013 г. "Об утверждении требований и методов по обезличиванию персональных данных" [Электронный ресурс]. URL: https://ivo.garant.ru/#/document/70451476/paragraph/1/doclist/3057/2/0/0/996%20приказ:1 (дата обращения: 16.03.25).

4. Мищенко Е.Ю., Соколов А.Н. Алгоритмы реализации методов обезличивания персональных данных в распределенных информационных системах // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2019. Т. 22. №1. С. 66-70.

5. Мищенко Е.Ю., Соколов А.Н. Количественный анализ процедуры обезличивания персональных данных. Метод введения идентификаторов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2015. Т. 15. №3. С. 18-25.

6. Борисов А.В., Босов А.В., Иванов А.В. Применение имитационного компьютерного моделирования к задаче обезличивания персональных данных. Модель и алгоритм обезличивания методом синтеза // Программирование. 2023. №5. С. 19-34.

7. Тумбинская М.В. Информационная поддержка при обеспечении защищенности систем интернет-банкинга // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. №15 (300). С. 48-58.

8. Зайнуллин И.И., Тумбинская М.В. Мобильное приложение инкапсуляции данных на основе модифицированного стеганографического алгоритма // Информатизация образования и науки. 2023. № 3 (59). С. 57-69.

9. Yakimov I., Tregubov V., Tumbinskaya M. Creation of a unified industrial basis for the development and supply of applied research program packages at the Kazan computer factory. В сборнике: Selected Papers - 2017 4th International Conference "Computer Technology in Russia and in the Former Soviet Union", SoRuCom 2017. 4. 2017. С. 126-130.

10. Бондаренко К.О., Козлов В.А. Универсальный быстродействующий алгоритм процедур обезличивания данных // Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. №11 (172). С. 130-142.

11. Трифонова Ю.В., Жаринов Р.Ф. Возможности обезличивания персональных данных в системах, использующих реляционные базы данных // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2014. №2(32). С. 188-194.

12. Тумбинская М.В., Абзалов А.Р. Исследование результатов применения программного тренажера по реагированию на факты реализации компьютерных угроз в АСУ ТП // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. №1(97). С. 83-96.

13. Томилин А.Н., Крайнева И.А., Тумбинская М.В., Трегубов В.М., Абзалов А.Р. Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР: страницы истории // История науки и техники. 2016. №10. С. 15-26.

УДК 621.317.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОВОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВ

Асанов Эдуард Ильдарович, Шарипов Рифат Рашатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ имени А.Н.Туполева»,
г. Казань, Россия edik.asanov.21@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены изменения гальванических характеристик проводной среды при подключении электронных закладных устройств (ЭЗУ). Проведен анализ влияния ЭЗУ на параметры проводной линии, такие как сопротивление, емкость и индуктивность. Предложены методы обнаружения закладных устройств с использованием анализатора линий векторного типа. Работа включает экспериментальные данные, подтверждающие теоретические выводы, и предлагает меры защиты для предотвращения утечки информации через проводные среды.

Ключевые слова: гальванические характеристики, проводная среда, электронные закладные устройства, сопротивление, емкость, индуктивность, векторный анализатор линий, защита информации.

INVESTIGATION OF GALVANIC CHARACTERISTICS OF THE WIRED ENVIRONMENT WHEN CONNECTING ELECTRONIC EMBEDDED DEVICES

Asanov Eduard Ildarovich, Sharipov Rifat Rashatovich
A.N.Tupolev KNRTU-KAI, Kazan,
Russia edik.asanov.21@mail.ru

Abstract. The article discusses changes in the galvanic characteristics of a wired medium when connecting electronic embedded devices (EED). The analysis of the influence of EED on the parameters of a wired line, such as resistance, capacitance, and inductance, is carried out. Methods for detecting embedded devices using a vector network analyzer are proposed. The work includes experimental data confirming theoretical conclusions and offers protection measures to prevent information leakage through wired media.

Keywords: galvanic characteristics, wired medium, electronic embedded devices, resistance, capacitance, inductance, vector network analyzer, information protection.

Проводные среды, такие как Ethernet, телефонные линии и силовые кабели, являются основой современных систем связи. Однако они уязвимы для

несанкционированного доступа с использованием электронных закладных устройств (ЭЗУ). Эти устройства могут быть подключены к проводным линиям для перехвата или модификации передаваемой информации. Одним из ключевых аспектов обнаружения ЭЗУ является анализ изменений гальванических характеристик проводной среды, таких как сопротивление, емкость и индуктивность [1, 2].

Для исследования гальванических характеристик проводной среды были проведены эксперименты, включающие следующие этапы:

1. Измерение исходных параметров сопротивления (R), емкости (C) и индуктивности (L) проводной линии с помощью мультиметра и LCR-метра;
2. Подключение к проводной линии различных типов закладных устройств, включая параллельные и последовательные схемы;
3. Проведение повторных измерений для оценки изменений гальванических характеристик после подключения ЭЗУ;
4. Анализ полученных данных и выводы о влиянии ЭЗУ на проводную среду.

Электронные закладные устройства могут подключаться к проводным линиям различными способами, каждый из которых имеет свои особенности и влияет на гальванические характеристики среды [3].

Параллельное подключение предполагает подключение ЭЗУ к проводной линии без разрыва цепи. В этом случае устройство работает как шунт, пропуская через себя часть сигнала. Такое подключение минимально влияет на исходную линию связи, что затрудняет его обнаружение. Однако при параллельном подключении наблюдается уменьшение общего сопротивления линии на 5-7%, что может быть зафиксировано при детальном анализе.

Последовательное подключение предполагает встраивание ЭЗУ в разрыв проводной линии. В этом случае весь сигнал проходит через устройство, что приводит к увеличению общего сопротивления линии на 10-15%. Такое подключение легче обнаружить, так как оно вносит заметные изменения в параметры линии.

Для исследования гальванических характеристик проводной среды при подключении ЭЗУ был использован векторный анализатор линий «Вектор», который позволяет выявлять в литиях ЭЗУ параллельно и последовательно подключённые. (рис. 1). Этот прибор позволяет измерять комплексные параметры линии, такие как сопротивление, емкость и индуктивность, с высокой точностью.

При подключении ЭЗУ последовательно сопротивление проводной линии увеличивается на 10-15%, что связано с добавлением дополнительного сопротивления в цепь. При параллельном подключении сопротивление уменьшается на 5-7% из-за шунтирования цепи.

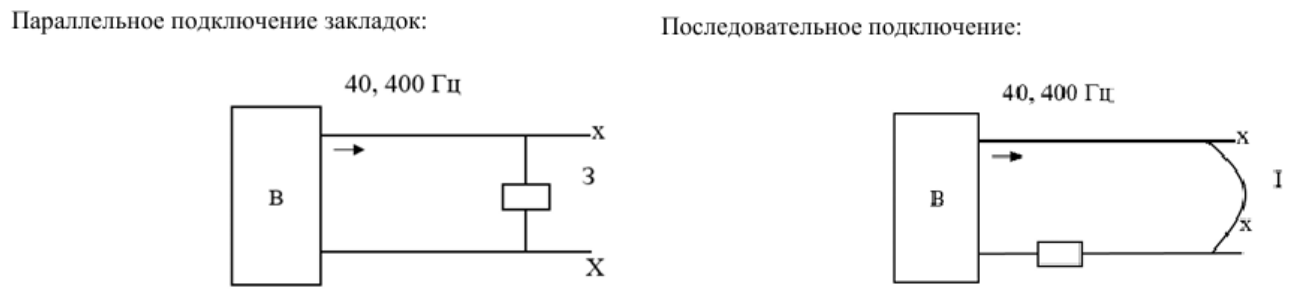


Рис. 1. Схема подключения анализатора линий в сеть с закладкой

Подключение ЭЗУ также приводит к увеличению емкости проводной линии на 20-25% из-за добавления паразитных емкостей. Индуктивность проводной линии уменьшается на 8-12% из-за изменения распределения магнитного поля в проводнике.

Проведенное исследование показало, что подключение электронных закладных устройств к проводной среде приводит к значительным изменениям её гальванических характеристик. Эти изменения могут быть использованы для разработки методов обнаружения и противодействия несанкционированному доступу к информации. Векторный анализатор линий является эффективным инструментом для диагностики проводных сред и выявления закладных устройств. Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение влияния различных типов ЭЗУ и разработку автоматизированных систем мониторинга проводных линий связи.

На основе анализа изменений гальванических характеристик предложены следующие методы обнаружения ЭЗУ:

1. Экранирование позволяет минимизировать электромагнитное излучение и предотвратить утечку данных. Использование экранированных кабелей и корпусов значительно снижает риск несанкционированного доступа.

2. Регулярный мониторинг позволяет выявлять аномалии, указывающие на наличие ЭЗУ. Современные системы мониторинга способны обнаруживать несанкционированную передачу данных в режиме реального времени.

3. Векторный анализатор линий является эффективным инструментом для обнаружения ЭЗУ. Он позволяет фиксировать изменения сопротивления, емкости и индуктивности проводной среды, что делает его незаменимым при диагностике линий связи.

В заключение можно отметить, что защита проводных линий связи от несанкционированного доступа требует комплексного подхода. Использование современных инструментов мониторинга, таких как векторный анализатор линий «Вектор», а также внедрение методов экранирования и регулярного контроля параметров связи, позволяют минимизировать риск установки ЭЗУ и обеспечивают высокий уровень безопасности передачи данных. Например, при

параллельном подключении сопротивление уменьшается на 5-7% из-за шунтирования цепи. Существуют так же исследования проводной среды на границы системы электропитания помещений [4], информационно-цифровых протоколов [5], а так же исследования на примере компонентов охранно пожарных систем [6]. Дальнейшее развитие технологий в области анализа гальванических характеристик и автоматизированных систем мониторинга позволит значительно повысить надежность проводных сред связи и защитить их от потенциальных угроз.

Источники

1. Кульбякина Н.Д. Обнаружение сетевых закладных устройств в периметре организации / Н.Д. Кульбякина, Г.В. Попков // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ: материалы Междунар. науч. конф. (Новосибирск, 2022). Новосибирск: СГУГиТ, 2022. - С. [указать страницы].

2. Закладные устройства для скрытой проводки сетей связи внутри зданий [Электронный ресурс] // Инфоурок: [сайт]. - URL: https://infourok.ru/zakladnie-ustroystva-dlya-skritih-provodok-setey-svyazi-vnutri-zdaniy-4010752.html (дата обращения: 25.02.2025).

3 . Серебряков М.А. Методы утечки конфиденциальной информации по электрическим каналам / М.А. Серебряков, Р.Р. Шарипов // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании: сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф. (Ижевск, 23-24 мая 2024 г.). Ижевск: ИжГТУ, 2024. С. 399-402.

4. Имамутдинов И.И. Лабораторный стенд "Исследование протекания сигналов через электрощит" // Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы - 2024: сб. тез. докл. XI Междунар. молодеж. науч.-техн. конф. Казань: ИП Сагиев А.Р., 2024. С. 856-857.

5. Шарипов Р.Р. Исследования скорости передачи данных в PLC сети в учебной лаборатории / Р.Р. Шарипов, А.Ф. Фатхелисламов // Информационные технологии обеспечения комплексной безопасности в цифровом обществе : сб. материалов VI Всерос. молодеж. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Уфа, 19-20 мая 2023 г.). Уфа: УУНиТ, 2023. С. 55-60.

6. Юсупов Б.З. Разработка лабораторного стенда охранно-пожарной сигнализации по дисциплине "Технические средства охраны" / Б. З. Юсупов // XXV Туполевские чтения (школа молодых ученых): Междунар. молодеж. науч. конф. (Казань, 10-11 нояб. 2021 г.): материалы конф. Т. V. Казань: ИП Сагиева А.Р., 2021. С. 758-763.

УДК 004.056

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАЩИТЫ ОТ УТЕЧЕК ИНФОРМАЦИИ ЧЕРЕЗ ЛИНИИ ПИТАНИЯ 230В

Асанов Эдуард Ильдарович, Шарипов Рифат Рашатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ имени А.Н.Туполева»,
г. Казань, Россия edik.asanov.21@mail.ru

Аннотация. В данной работе представлен лабораторный стенд для исследования и защиты от утечек информации через линии электропитания 230 В. Стенд включает в себя источник питания, фильтр подавления помех, анализатор спектра CPM700. Проведены эксперименты по передаче информации через линии питания и оценена эффективность фильтрации. Результаты показывают, что использование фильтров позволяет значительно снизить риск утечки информации. Разработанный стенд может быть использован для тестирования и совершенствования систем защиты информации в условиях реальных электромагнитных помех.

Ключевые слова: утечка информации, линии электропитания, фильтр подавления помех, анализатор спектра CPM700, защита информации, высокочастотные сигналы, электромагнитные помехи.

DEVELOPMENT OF A LABORATORY STAND FOR THE STUDY OF PROTECTION AGAINST INFORMATION LEAKS THROUGH 230V POWER LINES

Asanov Eduard Ildarovich, Sharipov Rifat Rashatovich
A.N.Tupolev KNRTU-KAI, Kazan,
Russia edik.asanov.21@mail.ru

Abstract. This paper presents a laboratory stand for research and protection against information leaks through 230 V power supply lines. The stand includes a power supply, a noise reduction filter, a CPM700 spectrum analyzer. Experiments have been conducted on the transmission of information through power lines and the filtration efficiency has been evaluated. The results show that using filters can significantly reduce the risk of information leakage. The developed stand can be used to test and improve information security systems in conditions of real electromagnetic interference.

Keywords: information leakage, power supply lines, interference suppression filter, CPM 700 spectrum analyzer, information protection, high-frequency signals, electromagnetic interference.

Современные информационные системы нуждаются в надёжной защите от утечек данных. Линии электропитания 230В могут использоваться как электрический канал утечки информации для высокочастотных сигналов [1-3]. Для исследования утечек по электрическому каналу по сети питания 230В был разработан лабораторный стенд для исследования утечек и защиты от них (рис. 1).

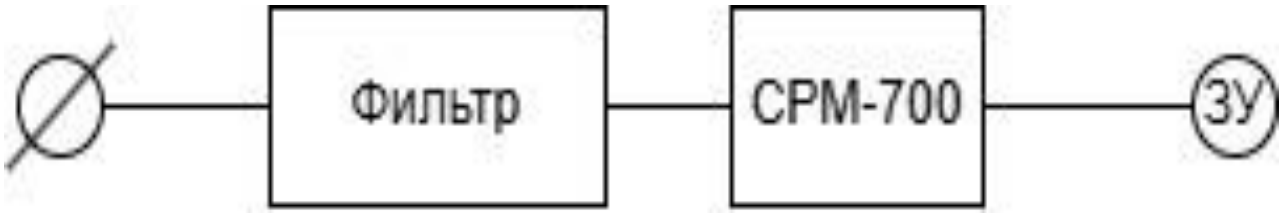


Рис. 1. Лабораторный стенд для исследования.

Поставлены были следующие цели:

1. Имитировать утечку информации через линии питания.

2. Исследовать эффективность фильтров для подавления высокочастотных сигналов.

3. Оценить возможность обнаружения утечек с помощью поискового прибора СРМ700.

Разработанный стенд состоит из (рис.1):

1. Источник питания 230 В.

2. Фильтр для подавления высокочастотных помех.

3. Анализатор спектра СРМ700.

4. Имитатор закладного устройства для передачи данных через линии питания.

Принцип работы стенда:

1.Имитатор закладного устройства модулирует информацию на высокочастотный сигнал и передаёт его через линии питания.

2. Фильтр подавляет высокочастотные сигналы, блокируя утечку.

3. СРМ700 анализирует спектр сигналов до и после фильтра, регистрируя данные.

Методика эксперимента:

1. Подключение источника питания к фильтру и СРМ700.

2.Внедрение имитатора закладного устройства в линию питания.

3. Передача тестовых данных через закладное устройство.

4. Анализ спектра сигналов с помощью СРМ700.

5. Оценка эффективности фильтрации.

Результаты исследования:

1. Фильтр подавляет сигналы в диапазоне 1 МГц – 100 МГц с эффективностью не менее 40 дБ.

2. Сигналы имитатора закладного устройства блокируются фильтром.

3. СРМ700 обнаруживает сигналы только в отсутствие фильтра.

4. Передача данных через имитатор полностью блокируется при наличии фильтра.

Для сравнения, например, стенд для исследования утечек через электрический щиток был разработан в [4], на котором были проведены исследования передачи данных по технологии PLC (Power-ine communication) и получены результаты [5].

Выводы:

Использование фильтров эффективно защищает линии питания от утечек информации. Для повышения надёжности необходимо учитывать:

1. Рабочий диапазон частот фильтра.

2. Мощность передаваемых сигналов.

3. Возможность применения сложных методов модуляции.

Источники

1. ГОСТ Р 57582-2017. Защита информации. Технические средства защиты информации. Требования к средствам защиты информации от утечки по техническим каналам [Текст]. - М.: Стандартинформ, 2017. - 18 с.

2. Серебряков М.А. Методы и средства противодействию промышленному шпионажу / М.А. Серебряков, Р.Р. Шарипов // МНПК-2024: материалы Всерос. молодеж. науч.-практ. конф. (Казань, 27-29 мая 2024 г.). - Казань: ИП Сагиев А.Р., 2024. - С. 253-256.

3. Серебряков М.А. Методы утечки конфиденциальной информации по электрическим каналам / М.А. Серебряков, Р.Р. Шарипов // Информ. технологии в науке, промышленности и образовании: сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф. (Ижевск, 23-24 мая 2024 г.). - Ижевск: ИжГТУ, 2024. - С. 399-402.

4. Имамутдинов И.И. Лабораторный стенд "Исследование протекания сигналов через электрощит" / И.И. Имамутдинов // Прикл. электродинамика, фотоника и живые системы-2024 : сб. тез. докл. XI Междунар. молодеж. науч.-техн. конф. (Казань, 11-12 апр. 2024 г.). - Казань: ИП Сагиев А.Р., 2024. - С. 856-857.

5. Шарипов Р.Р. Исследования скорости передачи данных в PLC сети в учебной лаборатории / Р.Р. Шарипов, А.Ф. Фатхелисламов // Информ. технологии обеспечения комплексной безопасности в цифр. обществе: сб. материалов VI Всерос. молодеж. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Уфа, 19-20 мая 2023 г.). - Уфа: УУНиТ, 2023. - С. 55-60.

УДК 004.056.5

МЕТОДЫ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ ЧЕРЕЗ ПРОВОДНУЮ СРЕДУ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННЫХ ЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВ

Асанов Эдуард Ильдарович, Шарипов Рифат Рашатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ имени А.Н.Туполева»,
г. Казань, Россия edik.asanov.21@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены методы утечки информации через проводные среды с использованием электронных закладных устройств, таких как сети Ethernet, телефонные линии и силовые кабели. Представлены основные механизмы передачи данных, включая электромагнитное излучение, модуляцию сигнала и использование паразитных каналов связи. Описаны примеры электронных закладных устройств, а также предложены меры защиты, направленные на предотвращение утечек информации. Работа основана на анализе современных исследований в области информационной безопасности и практических примеров использования закладных устройств.

Ключевые слова: утечка информации, проводные среды, электронные закладные устройства, электромагнитное излучение, модуляция сигнала, защита информации.

METHODS OF INFORMATION LEAKAGE THROUGH A WIRED ENVIRONMENT USING ELECTRONIC EMBEDDED DEVICES

Asanov Eduard Ildarovich, Sharipov Rifat Rashatovich
A.N.Tupolev KNRTU-KAI, Kazan,
Russia edik.asanov.21@mail.ru

Abstract. The article discusses methods of information leakage through wired media using electronic embedded devices such as Ethernet networks, telephone lines and power cables. The main data transmission mechanisms are presented, including electromagnetic radiation, signal modulation and the use of parasitic communication channels. Examples of electronic embedded devices are described, and security measures aimed at preventing information leaks are proposed. The work is based on an analysis of modern research in the field of information security and practical examples of the use of embedded devices.

Keywords: information leakage, wired media, electronic embedded devices, electromagnetic radiation, signal modulation, information protection.

Среди методов утечки конфиденциальной информации широкое распространение получили методы, использующие физические каналы передачи. Выделим основные из них:

1. Электромагнитное излучение.
2. Модуляция сигнала.
3. Использование паразитных каналов
4. Перехват данных через линии электропитания

Электромагнитное излучение является одним из наиболее распространенных методов утечки информации. Электронные закладные устройства, интегрированные в проводные среды, способны генерировать модулированные электромагнитные поля для передачи данных. Например, закладка, внедренная в Ethernet-кабель, создает электромагнитные помехи, которые могут быть зафиксированы специализированным оборудованием. Как отмечает Росс Андерсон, такие методы широко применяются для скрытного мониторинга сетевой активности [1].

Модуляция сигнала представляет собой еще один метод утечки информации. Закладные устройства изменяют параметры сигнала (амплитуду, частоту или фазу) для кодирования данных. Например, в телефонных линиях закладка может модулировать звуковой сигнал, передавая информацию в зашифрованном виде. Данный метод подробно рассмотрен в работе В.Ф. Шаньгина, где описаны техники перехвата данных через аналоговые каналы связи [2].

Паразитные каналы связи представляют собой скрытый метод утечки информации, при котором закладные устройства используют наводки на соседние проводники для передачи данных. В многожильных кабелях информация может передаваться через незадействованные проводники, что затрудняет обнаружение утечки без применения специализированного оборудования. Примеры использования паразитных каналов в корпоративных сетях описаны в исследованиях, опубликованных в журнале «Обнаружение сетевых закладных устройств в периметре организации» [3].

Линии электропитания также могут служить каналом утечки информации. Закладные устройства, подключенные к силовым кабелям, модулируют ток или напряжение, передавая данные через электросеть [4].

Теперь мы можем перейти к рассмотрению основных электронных закладных устройств и методам защиты от них.

В локальных сетях (LAN) закладки могут быть внедрены в Ethernet-кабели или сетевое оборудование, передавая информацию как через сетевой трафик, так и через электромагнитное излучение. Например, в 2015 году был зафиксирован случай, когда закладка в LAN-кабеле использовалась для кражи данных из корпоративной сети.

Телефонные линии также уязвимы для внедрения закладных устройств, которые могут передавать данные через модуляцию звукового сигнала или использование паразитных каналов. Подобные случаи описаны в работах А.А.

Грушо и Е.Е. Тимониной, где рассматриваются методы прослушивания переговоров с помощью телефонных закладок [5].

Кроме того, силовые кабели, хотя и редко рассматриваются как канал утечки, могут быть использованы для передачи данных. Закладные устройства, подключенные к линиям электропитания, модулируют ток или напряжение, что позволяет передавать информацию на значительные расстояния.

Для противодействия утечке информации через электронные закладные устройства применяются различные методы защиты. Одним из наиболее эффективных является экранирование проводных сред, которое минимизирует электромагнитное излучение и предотвращает утечку данных.

Регулярный мониторинг сетевого трафика позволяет выявлять аномалии, указывающие на наличие закладных устройств. Современные системы мониторинга способны обнаруживать несанкционированную передачу данных в режиме реального времени.

Дополнительной мерой защиты является установка аппаратных фильтров, блокирующих паразитные сигналы. Например, фильтры электромагнитных помех эффективно предотвращают утечку информации через линии электропитания.

Источники

1. Anderson R.J. Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems / R. J. Anderson. 1st ed. Indianapolis: Wiley, 2001. 600 p.

2. Шаньгин В.Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей: учебное пособие / В.Ф. Шаньгин. 2-е изд. - Москва : ФОРУМ, 2024.- 416 с.

3. Кульбякина Н.Д. Обнаружение сетевых закладных устройств в периметре организации / Н.Д. Кульбякина, Г.В. Попков // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ: материалы Международной научной конференции. Новосибирск: СГУГиТ, 2022.

4. Закладные устройства для скрытых проводок сетей связи внутри зданий [Электронный ресурс] // Инфоурок: образовательный портал. URL: https://infourok.ru/zakladnie-ustroystva-dlya-skritih-provodok-setey-svyazi-vnutri-zdaniy-4010752.html (дата обращения: 25.02.2025).

5. Грушо А.А. Теоретические основы защиты информации. Москва: Изд-во Агентства «Яхтсмен», 1996. 187 с.

УДК 004

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ”СЕТЕЙ КОММУНИКАЦИИ” МЕТОДОМ STEM

Атаев Мухаммеднур Абдылгапурович, Чуриев Максат Меретмухаммедович, Атаев Салих Чарыйармухаммедович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары
muhammetnuratayev1@gmail.com

Аннотация. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) — это учебная программа, объединяющая предметы из области естественных наук, технологий, инженерии и математики.

Ключевые слова: киберугрозы эффективности интеллектуальной собственности.

CREATION OF INFORMATION SECURITY OF “COMMUNICATION NETWORKS” USING THE STEM METHOD

Ataev Muhammednur Abdylgapurovich, Churiev Maksat Meretmuhammedovich, Ataev Salih Charyarmukhammedovich
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary
muhammetnuratayev1@gmail.com

Abstract. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) is a curriculum that combines subjects from the fields of natural sciences, technology, engineering and mathematics.

Keywords: cyber threats to the effectiveness of intellectual property.

Введение

Главным столпом политики нашего уважаемого Президента в области науки и образования является его приверженность приданию первостепенного значения новым достижениям науки и техники нашей страны на мировом уровне. Одним из главных условий дальнейшей благополучной и счастливой жизни туркменского народа является развитие науки и техники, внедрение передовых технологий в национальную экономику. С этой целью в нашей стране прилагаются большие усилия для того, чтобы молодое поколение было всесторонне развитым, владело самыми передовыми мировыми технологиями и информационными системами, могло своевременно осваивать достижения мировой науки и идти в ногу с ними. Такая же работа проводится в наших университетах. Он полностью реализован для того, чтобы дать возможность студентам самостоятельно использовать современные технологии в процессе

обучения, создавая программное обеспечение, поддерживающее современный национальный интерфейс. Под мудрым руководством нашего уважаемого Президента Сердара Бердымухамедова проводится масштабная работа по научному изучению, передаче потомкам и сохранению богатейшей и славной истории и культурного наследия туркменского народа. Они играют огромную роль в воспитании нашего подрастающего поколения в духе патриотизма, гуманизма, нравственности и эстетики. Поэтому сохранение, изучение, передача подрастающему поколению, а также широкая популяризация историко-культурного наследия нашей страны является одним из приоритетов государственной политики.

На нашей любимой родине благородные дела становятся все более успешными, и налаживается гармоничная деятельность. «Возрождение новой эпохи сильного государства: Национальная программа социально-экономического развития Туркменистана на 2022-2052 годы» еще больше поднимет нашу страну на новые высоты. Суть этой Национальной программы заключается в развитии достижений и современных разработок на протяжении следующих 30 лет [1], [5]. С реализацией национальной программы будет развиваться цифровая система и создаваться современные возможности. Важно подчеркнуть, что цифровая система является важным направлением в обеспечении существенных изменений в экономике страны. В этой связи стратегическим направлением является опора на новые достижения современных информационно-коммуникационных технологий.

В нашей стране проводится большая работа по развитию творческого потенциала талантливой, целеустремленной молодежи. Для того чтобы помочь молодым людям, интересующимся наукой, развить творческий подход к научным исследованиям, в высших учебных заведениях страны действуют научно-методические центры. В лабораториях и научных отделах, созданных на базе каждого высшего учебного заведения, талантливые студенты и специалисты под руководством опытных преподавателей последовательно и успешно выполняют научные исследования по приоритетным направлениям науки и техники. Продолжается также работа по внедрению в производство результатов научных исследований молодых ученых. С учетом достижений науки и техники укрепляется материально-техническая база образовательных учреждений. В соответствии с требованиями сегодняшнего дня все большую актуальность приобретают такие вопросы, как совершенствование содержания образования и методик преподавания, изучение потенциала все более развивающейся цифровой системы и новых образовательных технологий в учебно-воспитательной деятельности и их внедрение.

STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) — это учебная программа, объединяющая предметы из области естественных наук,

технологий, инженерии и математики. Кроме того, этот термин используется для описания подхода к обучению, который реализуется путем представления научных явлений в простой и доступной форме, что позволяет легко приобретать и усваивать знания на основе опыта и глубокого понимания процессов.

На основе задач, поставленных в дорожной карте, разработан порядок разработки заданий для самостоятельной исследовательской, расчетной и научной работы с использованием методик преподавания STEM-дисциплин по ряду дисциплин в высших учебных заведениях инженерного профиля. Таким образом, с помощью методологии STEM можно создавать продукты, включающие в себя множественные компоненты интеллектуальной работы, основанные на различных дисциплинах. В данной статье мы попытаемся создать программный продукт с использованием методологии STEM. Данное программное обеспечение разработано на основе методологии STEM и позволяет загружать систематизированный журнал событий, организованный по дате и времени, на основе использования нескольких программ.

Программное обеспечение разработано на языке программирования Delphi. В этом проекте при создании приложения чата по локальной сети с помощью компонента Button были созданы кнопки, называемые клиентом и сервером.

Основным назначением данного программного обеспечения является обеспечение безопасности электронной программы «Сети связи». Электронная программа предназначена для создания возможности обмена информацией и сообщениями между клиентом и сервером по сети связи.

Программное обеспечение, созданное на основе вышеизложенного, представляет собой всю компьютерную систему. В его состав должны входить: Kompýuter tehnikasy.

- Локальная или глобальная сеть
- Программное обеспечение

Все вышеперечисленные инструменты в настоящее время доступны и используются во всех школах Туркменистана. Локальная вычислительная сеть не обязательно должна быть проводной, ее можно реализовать с использованием беспроводных технологий, а именно технологии Wi-Fi.

Предлагаемое программное обеспечение предлагает достаточные инструменты для преодоления вышеупомянутых проблем с помощью методов STEM, а также для мониторинга компьютерной активности, защиты от кибератак, инновационного использования методов STEM и их адаптации при необходимости:

Итак, для решения проблемы необходимо создать программное обеспечение, которое управляет техническими ресурсами и, используя метод

STEM, создает информационную безопасность для «сетей общения» и, в конечном итоге, устанавливает программу чата.

Данный программный пакет состоит из двух программ: для сервера чат-приложения и для клиента чат-приложения.

Туркменистан очень быстро развивается в плане компьютерных технологий, но для дальнейшего увеличения этих темпов необходимо подключение компьютеров и других подключенных к ним ресурсов на туркменском языке.

Большинство из вышеперечисленных программ используются в нашей стране на английском и русском языках. Перевод этих программ на туркменский язык или хотя бы создание программ, позволяющих провести полноценное и понятное обучение работе с ними, позволило бы нам вовлечь в вопрос компьютерной техники и остальное наше население.

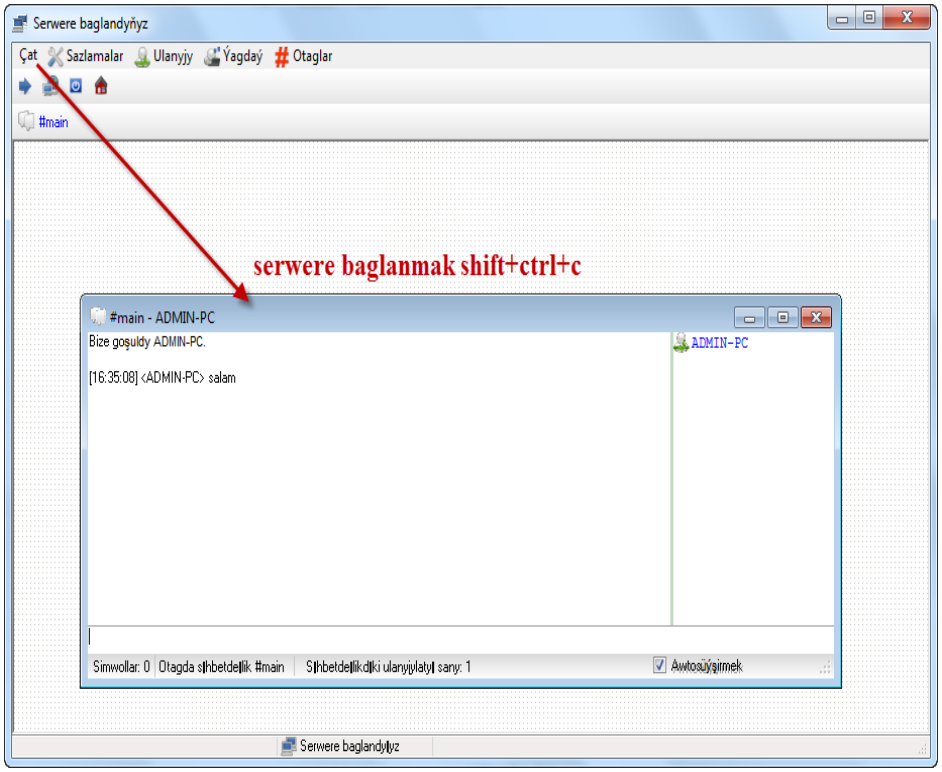


Рис. 1. Подключение программы к серверу, запуск чата

Для подключения к серверу необходимо нажать shift+ctrl+c или открыть запись настроек в разделе настроек, как показано на рисунке 1. В разделе настроек необходимо ввести IP-адрес пользователя для подключения к localhost. Для подключения к нескольким компьютерам необходимо указать IP-адрес сервера (рис. 2).

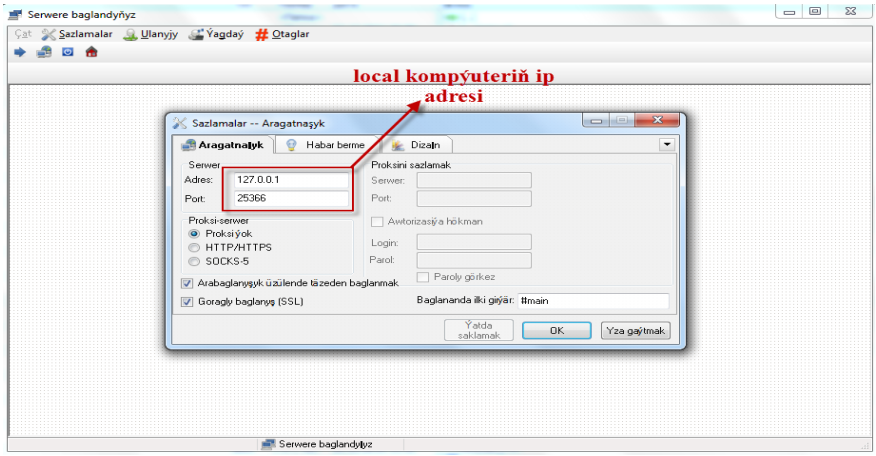


Рис. 2. Окно, показывающее IP-адрес локального компьютера

Если пользователь хочет войти в другую комнату, ему необходимо перейти в раздел «Просмотр событий» в разделе «Настройки». Для пользователя сделано несколько настроек. Вам необходимо ввести адреса «Адрес» и «Порт» на сервере.

Пользовательский раздел программы также состоит из нескольких разделов, включая разделы для смены никнейма, регистрации и смены пароля. В окне «Изменить пароль комнаты» 1. Введите название комнаты в поле «Название комнаты», 2. Введите текущий пароль в поле «Старый пароль», 3. Введите новый пароль в поле «Новый пароль» и нажмите кнопку «Изменить пароль», чтобы сохранить его.

Раздел программы «Статус» содержит информацию о пользователе, где пользователь может указать свое местоположение, адрес электронной почты и интересы.

С развитием системы цифрового образования в нашей стране в настоящее время создаются многоцелевые программы. Данная программа предназначена для работы в локальных компьютерных сетях.

Кнопка «Чат» в программе чата включает в себя несколько разделов, таких как «Подключиться к серверу», «Отключиться от сервера» и «Закрыть чат».

Данный подготовленный программный пакет состоит из двух основных частей:

- Клиенты
- Серверы

Программное обеспечение было разработано как клиент-серверное приложение. Данная программа отличается тем, что ее основной интерфейс на туркменском языке. Это программное обеспечение можно установить в любом месте, где есть локальная сеть.

Для подключения к серверу в подготовленном приложении необходимо нажать Shift+Ctrl+C или открыть настройки в разделе настроек. В разделе

настроек необходимо ввести IP-адрес пользователя для подключения к localhost. Для подключения к нескольким компьютерам необходимо указать IP-адрес сервера. С помощью этого программного обеспечения можно управлять многочисленными данными, например, обмениваться данными, писать письма и переписываться, подключая одновременно несколько компьютеров. Данное программное обеспечение может использоваться в любых учреждениях и предприятиях, где установлена локальная сеть.

Это программное обеспечение также открывает ряд возможностей за счет перевода управления информацией в цифровую систему. В Государственном энергетическом институте Туркменистана также действует Совет молодых ученых и научных организаций, в рамках которого студенческая молодежь нашей страны регулярно работает по ряду программ в различных областях.

В сегодняшнюю эпоху перехода к цифровой экономике высшие учебные заведения по всей стране придают большое значение задаче подготовки программистов, инженеров и технологов, которые необходимы всем слоям общества.

Проводится программная работа, направленная на то, чтобы учащаяся молодежь овладевала современными знаниями и науками и в дальнейшем направляла свой творческий труд, научно-технические идеи, производственные, инновационные и информационно-технологические исследования на благо укрепления основ экономики.

Источники

1. Gurbanguly Berdimuhamedow. Bilim – bagtyýarlyk, ruhubelentlik, rowaçlyk. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014ý.

2. S.Nazarov, B.Jumayev. Programming-based laboratory assignments for undergraduate students of power engineering fields. Compsystech 2021. Ruse, Bulgaria. DOI: 10.1145/3472410.347429.

3. Атаев М., Чуриев М., Гельдиев Х., Язлыев Е. Некоторые вопросы создания программного обеспечения и интеллектуальных систем умного оборудования // Сборник трудов международной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, соискателей и докторантов «Рынок и эффективность производства-14». – Көкшетау, Казахстан: 2018.– с. 412-413.

4. M Atayev, M Churiyev, G Atayev, A. Agayev and J. Abdyyev. Development of technology for creating software in the electric power industry of Turkmenistan. 27, March, 2023. DOI:10.1088/1755-1315/1154/1/012063.

5. Türkmenistanda sanly bilimi ösdürmegiň Konsepsiýasy. A. 2017.

УДК 004.056.53

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ

Ахатов Алмаз Фанилевич, Зарипова Римма Солтанова
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
almazahatov@yandex.ru,

Аннотация. В статье рассмотрены новые технологии, применяемые в биометрической аутентификации. Эти технологии повышают безопасность, но требуют защиты данных от утечек и фальсификаций. Искусственный интеллект улучшает точность и надежность биометрических систем, снижая вероятность ошибок. Биометрия применяется в различных отраслях, включая медицину, государственную безопасность, бизнес и т.д. Для успешного внедрения биометрии важны защита данных и использование инновационных технологий.

Ключевые слова: биометрическая аутентификация, искусственный интеллект, искажение данных, безопасность, защита данных, фальсификация, биометрические данные, риски.

NEW TECHNOLOGIES BIOMETRIC AUTHENTICATION

Akhatov Almaz Fanilevich, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
almazahatov@yandex.ru

Annotation. The article discusses new technologies used in biometric authentication. These technologies improve security but require protection of data from leaks and tampering. Artificial intelligence improves the accuracy and reliability of biometric systems by reducing the probability of errors. Biometrics is used in various industries including medical, public security, business, etc. Data protection and the use of innovative technologies are important for the successful implementation of biometrics.

Keywords: biometric authentication, artificial intelligence, data distortion, security, data protection, falsification,biometric data, risks.

Биометрическая аутентификация – это метод идентификации личности с использованием уникальных физиологических или поведенческих характеристик человека.

В современном мире достиг значительный прогресс в использовании биометрических технологий. Биометрия чаще всего включает в себя отпечатки пальцев, голос [1], сетчатку глаза и радужную оболочку глаз. Они

используются для идентификации личности для упрощения процедуры аутентификации. Каждый человек уникален и в связи с этим биометрические технологии повышают информационную безопасность. Но несмотря на все плюсы биометрии, такие как надежность, индивидуальность и удобство, есть риски утечки личной информации и фальсификация. В связи с этим защита персональных данных должна быть в приоритете при использовании биометрических технологий [2]. Однако с развитием технологий возникают новые инновации и вызовы, такие как использование ИИ для повышения точности аутентификации и методы защиты данных от утечек [3, 4].

Современные биометрические системы используются в различных сферах, таких как медицина, государственная безопасность, бизнес. В бизнесе, биометрические данные могут ускорить процесс аутентификации. В финансовой отрасли, биометрия используется для подтверждения платежей и доступу к банковским аккаунтам. Это способствует уменьшению количества мошенничества. предоставляя более безопасный метод, чем пароли или ПИН-коды. ИИ позволяет значительно повысить точность распознавания биометрических данных, а также уменьшить вероятность ошибок, которые могут возникать из-за плохого качества изображения или изменяющихся условий. Использование ИИ также открывает новые возможности для улучшения работы с биометрическими данными. Технологии на основе нейросетей могут повысить точность идентификации при использовании отпечатков пальцев сокращая количество ложных срабатываний и улучшая пользовательский опыт [5].

Одна из новых технологий, которая помогает усилить безопасность биометрических систем – это искажение данных. В биометрической аутентификации важно обеспечить защиту личных данных, поскольку их утечка может привести к серьезным последствиям. Искажение биометрической информации позволяет предотвратить злоупотребления, такие как создание поддельных данных для обхода системы. Для этого используются специальные алгоритмы, которые изменяют представление биометрических данных таким образом, чтобы они оставались уникальными и не могли быть использованы злоумышленниками для фальсификации.

Современные инновации в области биометрической аутентификации открывают новые возможности для улучшения безопасности и удобства пользователей. Однако они также несут с собой новые риски, связанные с конфиденциальностью данных и возможностью их фальсификации [6]. Также ИИ сможет анализировать биометрические данные в реальном времени, выявлять аномалии и предупреждать о потенциальных атаках. Таким образом, биометрическая аутентификация будет становиться ещё более надежной и безопасной [7, 8].

Для успешного внедрения биометрии в различных сферах необходимо тщательно подходить к вопросам защиты личных данных и применения новых технологий, таких как искажение биометрических данных и использование искусственного интеллекта.

Биометрическая аутентификация продолжит развиваться, предоставляя больше возможностей для повышения безопасности и удобства. Важно, чтобы вместе с развитием технологий осуществлялись и усилия по защите данных и минимизации угроз, что поможет создать надежную систему безопасности на основе биометрических данных.

Источники

1. Дронина А.А., Зарипова Р.С. Методы защиты систем аутентификации по голосу от голосового спуфинга // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 1277-1279.

2. Карцан И.Н., Жуков А.О. Механизм защиты промышленной сети // Информационные и телекоммуникационные технологии. 2021. №52. С. 19-26.

3. Мухаметзянов И.И., Зарипова Р.С. Прогнозирование и предотвращение кибератак с использованием искусственного интеллекта // Технологический суверенитет и цифровая трансформация: сборник международной научно-технической конференции. Казань, 2024. С. 166-169.

4. Пырнова О.А. Информационная безопасность в эпоху квантовых технологий // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. С. 439-443.

5. Джафаров З.А. Биометрические методы аутентификации: современные тенденции и вызовы // Научный аспект. 2024. Т. 49. № 4. С. 6511-6517.

6. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Актуальность обеспечения информационной безопасности в условиях цифровой экономики // Инновационное развитие экономики. Будущее России: сборник материалов и докладов V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2018. С. 257-260.

7. Барышников П.В. Биометрические методы аутентификации: современные тенденции и вызовы // Научный Альманах ассоциации France-Kazakhstan. 2024. № 3. С. 5-10.

8. Филимонова Т.К., Овсеенко Г.А., Мустафаев Т.А. Разработка имитационной информационно-математической модели деятельности предприятия научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 127-130.

УДК 004.056

БУДУЩЕЕ БЕЗ ПАРОЛЕЙ: НОВЫЕ УГРОЗЫ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Бакайкина Виктория Геннадиевна, Соболева Виктория Николаевна
ФГБОУ ВО «ПГУТИ», г. Самара, Россия
v.bakaikina@psuti.ru

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы отказа от паролей в пользу биометрических методов аутентификации, а также возникающие при этом угрозы безопасности. Анализируются риски компрометации биометрических данных, угрозы подмены биометрических шаблонов и сложности с восстановлением скомпрометированных данных. Приводятся примеры атак на системы биометрической идентификации и возможные меры защиты. Особое внимание уделяется проблемам конфиденциальности и возможностям злоупотребления биометрическими данными. Рассматриваются ключевые аспекты, такие как использование многослойных систем защиты, шифрование биометрических данных и улучшение алгоритмов распознавания, а также законодательные инициативы, направленные на защиту прав пользователей.

Ключевые слова: биометрическая аутентификация, биометрические данные, безопасность, утечка данных, подделка биометрии, системы распознавания, конфиденциальность, социальная инженерия, защита данных, многослойная защита.

THE FUTURE WITHOUT PASSWORDS: NEW THREATS TO BIOMETRIC SECURITY

Bakaykina Victoria Gennadievna, Soboleva Victoria Nikolayevna
PSUTI, Samara, Russia
v.bakaikina@psuti.ru

Abstract. The article explores the prospects of abandoning passwords in favor of biometric authentication methods and the security threats associated with this shift. It analyzes the risks of biometric data compromise, the threats of biometric template substitution, and the challenges of recovering compromised data. Examples of attacks on biometric identification systems and possible protective measures are provided. Special attention is given to privacy issues and the potential for misuse of biometric data. Key aspects such as the use of multi-layered protection systems, encryption of biometric data, and improvement of recognition algorithms are discussed, along with legislative initiatives aimed at protecting users rights.

Keywords: biometric authentication, biometric data, security, data leakage, biometric spoofing, recognition systems, privacy, social engineering, data protection, multi-layered security.

В последние годы биометрическая аутентификация становится всё более популярной, заменяя традиционные пароли и ПИН-коды. Технологии, такие как распознавание лиц, сканирование отпечатков пальцев, радужной оболочки глаза и голосовая идентификация, предлагаются как более удобные и безопасные альтернативы. Эти методы обладают высокой точностью и удобством, поскольку не требуют от пользователя запоминания сложных комбинаций символов, что значительно упрощает процесс аутентификации. Тем не менее с развитием биометрической безопасности появляются и новые угрозы, которые необходимо учитывать. Биометрические данные являются уникальными и почти невозможно подделать, что делает их привлекательными для использования в системах безопасности.

Однако, в случае их компрометации последствия могут быть крайне серьёзными и необратимыми. В отличие от паролей, которые можно сменить в случае утечки, биометрическую информацию нельзя «сбросить» или обновить. Это означает, что в случае утечки такие данные могут быть использованы для доступа к различным системам на протяжении всей жизни человека. Даже если украденные биометрические данные не будут использоваться сразу, они могут быть использованы в будущем, например, для обхода системы безопасности на новых устройствах [1].

Кроме того, в отличие от паролей или ПИН-кодов, биометрические данные сложно изменить или отозвать, что создаёт уникальные вызовы для обеспечения конфиденциальности. Утечка биометрической информации может поставить под угрозу не только финансовые или личные данные пользователей, но и их физическую безопасность. Например, утечка отпечатков пальцев может позволить преступникам использовать эти данные для доступа к закрытым системам, а использование фальшивых отпечатков или масок для распознавания лиц может обойти биометрическую аутентификацию в некоторых случаях.

Таким образом, несмотря на свою кажущуюся надёжность и удобство, биометрическая аутентификация требует особого внимания к вопросам безопасности и конфиденциальности. Важно разрабатывать новые подходы и технологии, которые могут защитить биометрические данные от кражи и подделки, а также обеспечить пользователю возможность контроля над своими биометрическими данными в случае их компрометации [2].

К числу основных угроз биометрической безопасности можно отнести следующие:

1. Подделка биометрических данных. Одной из наиболее серьёзных угроз биометрической безопасности является возможность подделки биометрических данных. Несмотря на высокую уникальность биометрических характеристик, злоумышленники могут применить высокотехнологичные

методы для создания фальшивых образцов, таких как поддельные отпечатки пальцев, маски для распознавания лиц или имитации голосовых данных. Подобные действия могут привести к обману системы, если она не имеет достаточного уровня защиты от таких атак. К примеру, изготавливая отпечаток пальца с использованием силиконовых материалов, можно получить доступ к устройствам, оснащённым лишь базовой системой биометрической аутентификации.

Методы защиты: для повышения надёжности систем биометрической аутентификации необходимо интегрировать многослойную защиту, например, комбинировать несколько биометрических методов (например, отпечатки пальцев и распознавание лица) с поведенческими параметрами (например, динамика касания сенсора). Также важным шагом является использование алгоритмов, способных детектировать изменения или аномалии в поведении пользователя.

2. Утечка биометрических данных. В случае утечки биометрической информации последствия могут быть крайне тяжёлыми, поскольку такие данные не поддаются изменению или замене. В отличие от паролей, которые могут быть легко сброшены, скомпрометированные биометрические данные могут использоваться везде, где они уже были зарегистрированы. Системы, опирающиеся на биометрическую аутентификацию, становятся уязвимыми к многократным атакам с использованием украденной информации.

Предотвращение угроз: Одним из эффективных методов защиты является шифрование биометрических данных как на стадии их передачи, так и при хранении. Кроме того, использование так называемых «анонимных» биометрических шаблонов, которые не содержат самих биометрических данных, а лишь их зашифрованные представления, может значительно снизить риски утечек.

3. Ошибки системы распознавания. Биометрические системы, как и любые технологические решения, могут подвергаться ошибкам при распознавании. Это может привести либо к отказу в доступе законным пользователям, либо к ошибочному предоставлению доступа злоумышленникам. В частности, система распознавания лиц может не сработать при плохом освещении или в случае изменения внешности пользователя (например, ношение очков или смена прически). [3]

Способы минимизации рисков: для минимизации подобных рисков необходимо интегрировать алгоритмы с улучшенными механизмами адаптации, которые способны учитывать различные условия, такие как освещенность или угол наклона лица. Регулярное обновление базы данных и обучение систем на разнообразных примерах также являются неотъемлемыми частями эффективной работы таких технологий.

4. Атаки на системы биометрии. Биометрические системы могут стать объектом целенаправленных атак. Например, злоумышленники могут попытаться перехватить биометрические данные при их передаче, внедрить вредоносное ПО в систему распознавания или использовать методы машинного обучения для обхода защиты. С развитием технологий открывается всё больше способов атаковать биометрические системы, что делает их уязвимыми для различных видов манипуляций.

Меры противодействия: Одним из способов защиты является внедрение многоуровневых механизмов аутентификации, таких как двухфакторная аутентификация (например, сочетание биометрии и одноразового кода). Также критически важно регулярно обновлять программное обеспечение и обеспечивать его защиту от возможных уязвимостей.

5. Нарушение конфиденциальности и использование биометрии без согласия. Этические вопросы, связанные с использованием биометрических данных, становятся всё более актуальными. Возможность скрытого сбора биометрической информации, например, с помощью камер с распознаванием лиц, или слежение за поведением граждан без их ведома, нарушает личную свободу и конфиденциальность [4-6].

Рекомендации по защите: для обеспечения защиты прав пользователей необходимы чёткие законодательные инициативы, регулирующие сбор, хранение и использование биометрических данных. Важным аспектом является создание стандартов, которые обеспечат прозрачность в применении биометрической аутентификации и ограничат её использование в недобросовестных целях.

6. Социальная инженерия. В некоторых случаях злоумышленники могут использовать методы социальной инженерии для получения доступа к биометрическим данным. Преступники могут обманом заставить пользователя предоставить свои биометрические данные или создать фальшивые профили, имитируя поведение реальных пользователей.

Обучение пользователей и повышение осведомлённости: Повышение осведомлённости пользователей о возможных угрозах и обучение методам защиты от социальной инженерии является важнейшей мерой снижения рисков подобных атак [7]. Также полезно внедрять дополнительные уровни проверки при регистрации и обновлении биометрических данных.

Источники

1. Грицкевич И.В., & Романов В.Н. (2018). Технологии биометрической аутентификации и их безопасность. Москва: Наука.

2. Иванова М.А., & Петров В.С. (2020). Системы биометрической идентификации: угроза безопасности и методы защиты. Журнал "Информационная безопасность", 5(1), 45-53.

3. Смирнов Д.В., & Кузнецова А.П. (2019). Этические и правовые аспекты использования биометрии. Москва: Юридическая литература.

4. Ковалев И.А. (2021). Защита персональных данных в условиях цифровизации: биометрия и её уязвимости. Журнал "Цифровая безопасность", 2(4), 60-68.

5. Захаров А.В., & Щербаков И.Н. (2019). Угрозы безопасности в системах биометрической аутентификации. Журнал "Кибербезопасность", 7(2), 18-27.

6. Мельников С.А. (2018). Риски биометрической безопасности и способы их минимизации. Вестник информационной безопасности, 6(1), 34-42.

7. Svedin T., & Lundberg J. (2017). Security risks in biometric systems: Threats and countermeasures. Journal of Information Security, 15(2), 112-124.

УДК 004.056.3

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕЗЕРВНЫМ КОПИРОВАНИЕМ ФАЙЛОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Белослудцева Наталья Николаевна, Николаева Светлана Глебовна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Ran-1323@yandex.ru

Аннотация. В статье предложено веб-приложение для управления резервным копированием файлов информационной системы, позволяющее автоматизировать процесс резервного копирования, повысить безопасность данных и упростить управление ими для сотрудников с разным уровнем технической подготовки.

При написании продукта использовались такие технологии, как Laravel, Vue.js, Tailwindcss и PostgreSQL.

Ключевые слова: резервное копирование, веб-приложение, безопасность, восстановление данных, планировщик заданий, мониторинг ресурсов.

WEB APPLICATION FOR MANAGING BACKUP COPYING OF AN INFORMATION SYSTEM'S FILES

Belosludtseva Natalia Nikolaevna, Nikolaeva Svetlana Glebovna
KSPEU, Kazan, Russia
Ran-1323@yandex.ru

Abstract. The article presents a web application for managing the backup of an information system’s files, which allows automation of the backup process, improving data security, and simplifying management for employees with different levels of technical training.

The development of the product the use of technologies such as Laravel, Vue.js, Tailwind CSS, and PostgreSQL.

Keywords: backup, web application, security, data recovery, job scheduler, resource monitoring.

Современные предприятия сталкиваются с необходимостью регулярного резервного копирования данных для предотвращения их утраты вследствие сбоев, невнимательности пользователей, вирусных атак или других инцидентов. Существующие решения часто предполагают использование консольных утилит, что ограничивает доступ пользователей с недостаточным уровнем технической подготовки. Это приводит к ошибкам и увеличению

времени на выполнение задач. Актуальность работы заключается в необходимости разработки удобного, надежного и автоматизированного инструмента для резервного копирования данных с учетом пользовательских требований и корпоративных стандартов.

Ценность работы заключается в создании приложения с поддержкой удобного пользовательского интерфейса, расширенными функциями настройки и мониторинга. Это способствует повышению эффективности и безопасности работы с данными на предприятиях.

Подобных программ немного, которые бы решали проблему с управлением консольными утилитами по созданию резервных копий. В ходе исследования было найдено несколько аналогов, но они не в полной мере удовлетворяют требованиям.

BackupPC – свободное ПО для резервного копирования данных с управлением через веб-интерфейс. Кроссплатформенный программный сервер может работать на любом сервере под управлением GNU/Linux, Solaris или UNIX. Минусы этого приложения: нет возможности работать с различными консольными утилитами, нет API, нельзя управлять правами пользователей [1].

UrBackup – это простая в настройке кроссплатформенная система резервного копирования типа клиент-сервер. Позволяет создавать инкрементные и полные резервные копии как целых разделов, так и отдельных каталогов, с возможностью выбора файлов, которые попадут в архив, и делать снапшоты разделов жесткого диска. Минус приложения – нет возможности работать с консольными утилитами [2].

Syncthing – работает по принципу торрент клиентов. В режиме реального времени синхронизируются данные всех клиентов, которые пожелали синхронизировать какую-то директорию. Программа работает под все популярные системы, в том числе на смартфонах. Приложение не позволяет управлять правами пользователей [3].

Restic – это простой, надежный, быстрый и эффективный способ резервного копирования. Простой в установке и настройке, с поддержкой большого количества бэкендов хранения, надежным шифрованием и дедупликацией. У приложения неудобный интерфейс, нет API, нельзя управлять правами пользователей и работать с различными утилитами [4].

Для проектируемой системы управления резервным копированием структурная схема представлена в виде иерархической схемы (рис. 1), состоящей из нескольких уровней. На верхнем уровне отображается весь программный продукт, на втором – ключевые подсистемы, а на третьем – модули, реализующие отдельные функции подсистем.

Рис. 1 Структурная схема системы управления резервным копированием

Связи с другими компонентами ПО реализованы через элементы:

- база данных обеспечивает хранение пользовательских данных, настроек и резервных копий. Взаимодействие с ней происходит с помощью SQL-запросов;
- внешние сервисы оповещения предназначены для передачи информации о статусе резервного копирования. Данные передаются в виде HTTP-запросов, содержащих сведения о текущем состоянии процесса;
- системный планировщик заданий используется для выполнения операций по расписанию через интеграцию с API системы планирования.

При успешной авторизации отображается главная станица (рис. 2). На этой странице можно смотреть загрузку процессора, оперативной памяти (ОЗУ) и используемое дисковое пространство. Также на экране присутствуют ссылки на другие страницы и кнопка для выхода из аккаунта.

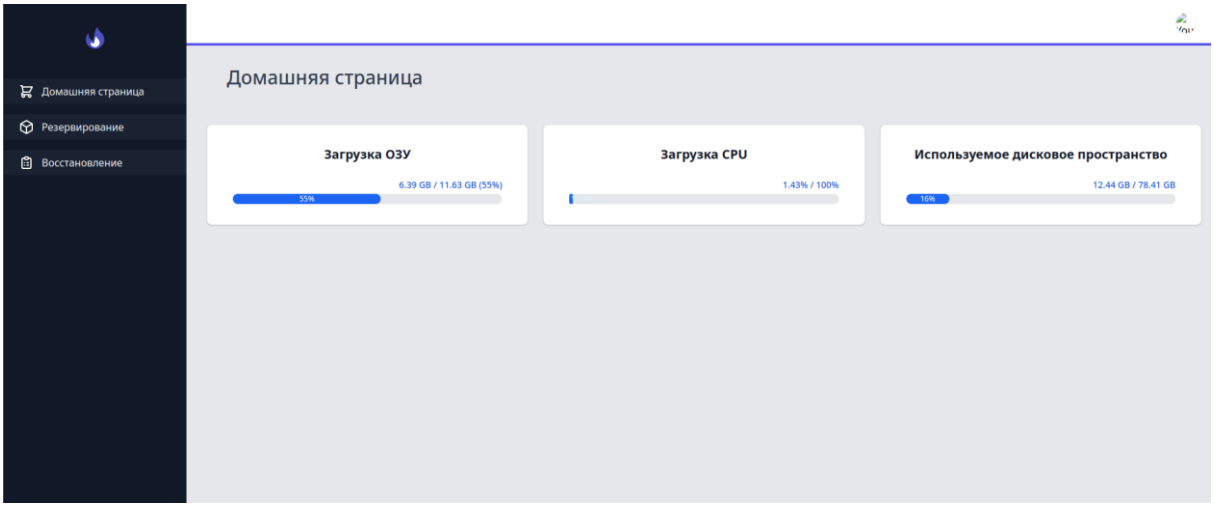


Рис 2. Главная страница веб-приложения

На странице восстановления данных из резервной копии (рис. 3) пользователь может выбрать нужные ему данные и восстановить их из резервных копий. В поле «фильтр» пользователь может вводить названия папок

и файлов для поиска их по дереву директории. Есть дополнительный список, в котором выводятся резервные копии, содержащие выбранные файлы.

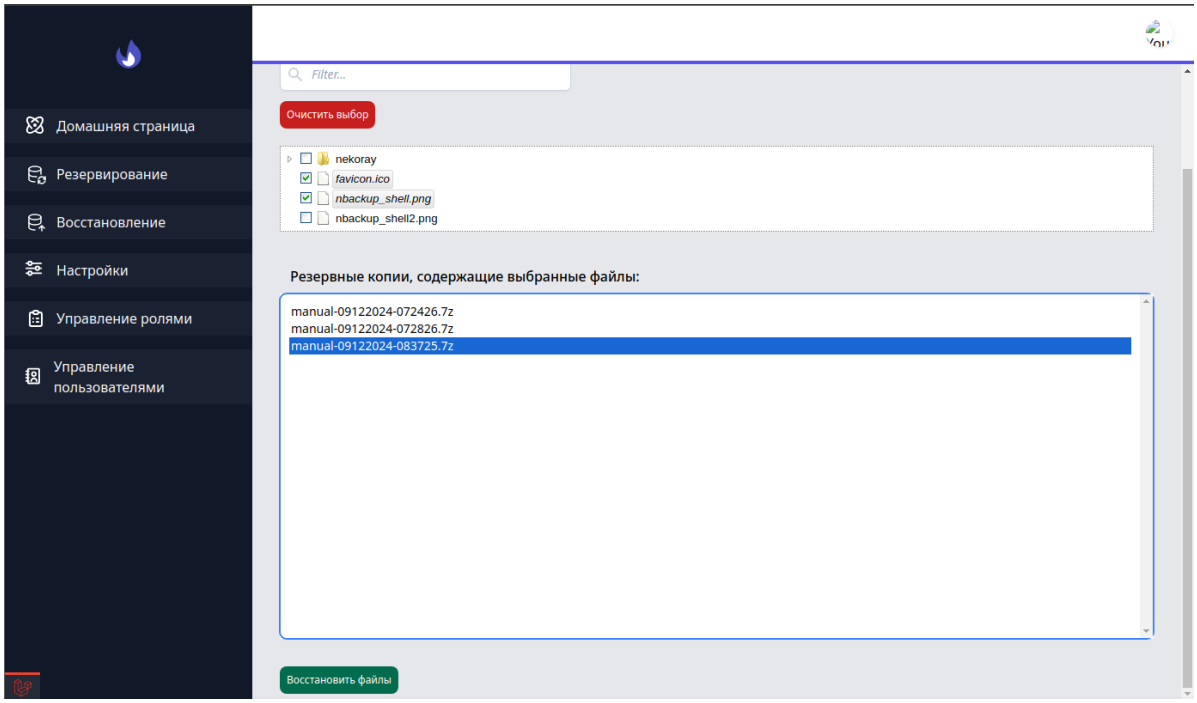


Рис. 3. Страница выбора файлов для восстановления

При обмене данными между системой и базой данных информация преобразуется в формат SQL-запросов. Для оповещений применяются JSON-объекты, которые передаются по протоколу HTTP.

Данные для оповещения передаются в виде JSON-объектов по HTTP.

Система обрабатывает запрос на резервное копирование файлов объемом до 1 ГБ за время, не превышающее 5 минут, при стабильной пропускной способности сети 100 Мбит/с.

Операции восстановления из резервной копии выполняются не дольше 3 минут для данных объемом до 500 МБ.

Планировщик заданий обрабатывает до 10 активных задач одновременно без снижения производительности системы.

Система обеспечивает защиту данных пользователя от несанкционированного доступа с использованием шифрования (не ниже стандарта AES-256) при резервном копировании и передаче данных.

Все учетные записи пользователей защищаются паролем, соответствующим требованиям к сложности.

Доступ к данным и функциональности системы определяются ролями пользователей, и для каждой роли предусмотрен свой набор прав.

Система соответствует требованиям Федерального закона «О персональных данных» от 27.07.2006 №152-ФЗ, включая защиту персональных данных при их обработке и хранении.

Система сохраняет работоспособность при внезапной потере соединения с сервером. В таких случаях предусмотрено сохранение данных в локальном хранилище с последующей синхронизацией при восстановлении соединения.

В случае некорректного ввода данных (например, некорректный формат даты или имени файла) система выдает понятное сообщение об ошибке и не прерывает основную операцию.

Система поддерживает работу с базой данных объемом до 1 ТБ без снижения производительности, также она способна обрабатывать до 50 пользователей одновременно без деградации скорости обработки запросов [5].

Разрабатываемое веб-приложение облегчает управление консольной утилитой резервного копирования и восстановления данных, обеспечит мониторинг состояния системы и управление доступом пользователей [6]. Внедрение разработки позволит повысить эффективность работы с данными, минимизировать риски их утраты и снизить затраты времени на выполнение рутинных операций.

Практическая ценность работы заключается в использовании современных технологий для решения актуальных задач управления данными.

Дальнейшее развитие приложения может включать интеграцию с облачными хранилищами, расширение функций анализа данных и добавление поддержки новых инструментов резервного копирования.

Источники

1. BackupPC – high-performance, enterprise-grade system for backing up Linux, Windows and macOS PCs and laptops to a server's disk: [Электронный ресурс]. https://backuppc.github.io (Дата обращения: 02.10.2024).

2. UrBackup – Open Source Network Backup Software: [Электронный ресурс]. https://www.urbackup.org (Дата обращения: 02.10.2024).

3. Syncthing – Syncthing is a continuous file synchronization program: [Электронный ресурс]. https://syncthing.net (Дата обращения: 02.10.2024).

4. Restic – Fast, secure, efficient backup program: [Электронный ресурс]. https://restic.net (Дата обращения: 02.10.2024).

5. Таненбаум Э. Современные операционные системы: Учебное пособие. СПб.: Питер, 2020.

6. Дадашова А.С., Николаева С.Г., Джабагова С.С. Информационная безопасность и системный анализ: стратегии защиты и анализ рисков // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 239-241.

УДК.004

БОРЬБА С КИБЕРТЕРРОРИЗМОМ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ И СТРАТЕГИИ

Белоусова Анастасия Евгеньевна
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени профессора М. А. Бонч-Бруевича», г. Санкт-Петербург, Россия
nastya.2005.belousova@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы кибертерроризма, его влияние на безопасность государств и общества, а также новые вызовы, с которыми сталкиваются правоохранительные органы и организации в сфере кибербезопасности. Анализируются современные методы и технологии, используемые кибертеррористами, а также способы их противодействия. Особое внимание уделяется разработке стратегий и мер, направленных на предотвращение кибератак, включая международное сотрудничество, обмен информацией и развитие технологий защиты. В статье также обсуждаются вопросы правового регулирования и этических аспектов борьбы с кибертерроризмом. Результаты исследования подчеркивают необходимость комплексного подхода к решению проблемы кибертерроризма, включающего как технические, так и организационные меры, а также важность повышения осведомленности общества о рисках, связанных с киберугрозами.

Ключевые слова: кибербезопасность, кибертерроризм, вирусы, трояны, DDoS, киберпространство.

THE FIGHT AGAINST CYBERTERRORISM: NEW CHALLENGES AND STRATEGIES

Belousova Anastasia Evgenievna
The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications», St. Petersburg, Russia
nastya.2005.belousova@gmail.com

Annotation. The article examines the current problems of cyberterrorism, its impact on the security of the state and society, as well as new challenges faced by law enforcement agencies and organizations in the field of cybersecurity. The article analyzes modern methods and technologies used by cyberterrorists, as well as ways to counter them. Special attention is paid to the development of strategies and measures aimed at preventing cyber attacks, including international cooperation, information exchange and the development of protection technologies. The article also discusses issues of legal regulation and ethical aspects of combating cyberterrorism. The results of the study emphasize the need for an integrated approach to solving the problem of cyberterrorism,

including both technical and organizational measures, as well as the importance of raising public awareness of the risks associated with cyber threats.

Keywords: cybersecurity, cyberterrorism, viruses, Trojans, DDoS, cyberspace.

Кибертерроризм – это использование компьютерных технологий и интернета террористическими группами или индивидуумами для достижения политических, религиозных или идеологических целей. Кибертерроризм представляет собой одну из наиболее актуальных угроз современности, способную подорвать безопасность государств и общества в целом. С развитием технологий кибертеррористы используют все более сложные методы и инструменты для осуществления атак, что создает новые вызовы для правоохранительных органов и организаций в сфере кибербезопасности. Эти атаки могут иметь разрушительные последствия, включая утечку конфиденциальной информации, парализацию критической инфраструктуры и даже угрозу жизни граждан.

Понятие «кибертерроризм» начало формироваться в 1990-х годах, когда мир активно переходил в цифровую эпоху, а доступ к интернету становился всё шире. С развитием технологий расширялись и возможности кибертеррористов, что сделало угрозу более серьезной и разнообразной. Первые проявления кибертерроризма исторически были связаны с простыми вирусами и хакерскими атаками, однако со временем они эволюционировали в более сложные и изощренные формы, способные наносить ущерб целым секторам инфраструктуры и национальной безопасности. Обычно киберпреступления мотивированы желанием личной выгоды, такой как кража денег или данных, в то время как кибертерроризм направлен на достижение идеологических, политических или социальных целей через запугивание или принуждение общества или государства [1].

Современные кибертеррористы применяют разнообразные тактики, включая фишинг, вирусы, трояны Ransomware, типа "отказ в обслуживании" (DDoS) и использование уязвимостей в программном обеспечении. Эти методы позволяют им не только получить доступ к защищенным данным, но и дестабилизировать работу критически важных систем, таких как энергетические сети, транспортные системы и финансовые учреждения. В результате, кибертерроризм становится не только вопросом безопасности, но и экономической стабильности стран.

Во время пандемии COVID-19 наблюдалось множество кибератак, нацеленных на сектор здравоохранения, включая больницы и исследовательские центры, занимающиеся разработкой вакцин. Эти атаки, варьирующиеся от программ-вымогателей до фишинга, угрожали не только безопасности данных, но и жизням пациентов, подчеркивая, как

кибертеррористы могут использовать глобальные кризисы для достижения своих целей. Атаки с использованием программ-вымогателей привели к сбоям в работе медицинских учреждений, задержкам в лечении и даже к временному закрытию некоторых больниц.

Также, примером может послужить один из наиболее значительных инцидентов в области кибербезопасности в 2020 году - атака на компанию SolarWinds, занимающуюся разработкой программного обеспечения для управления сетями. Злоумышленники внедрили вредоносный код в обновления программного обеспечения Orion, которое широко используется крупными корпорациями и правительственными учреждениями по всему миру. Этот вредоносный код позволил злоумышленникам получить доступ к сетям тысяч организаций, включая несколько агентств правительства США. Хотя данная атака была приписана государственным акторам, её масштаб и сложность подчеркивают потенциальные угрозы кибертерроризма и необходимость комплексной защиты киберпространства [2].

Эти примеры кибертерроризма демонстрируют, как цифровые атаки могут иметь серьезные последствия не только для конкретных объектов, но и для общества в целом. Они способны подрывать доверие к государственным институтам, наносить ущерб экономике, нарушать повседневную жизнь граждан и изменять международные отношения. Важность защиты киберпространства и разработки эффективных мер противодействия кибертерроризму невозможно переоценить в современном мире, где технологии играют центральную роль в нашей жизни [3].

Для эффективной защиты от кибертерроризма необходимо принять комплексные меры, охватывающие как технические, так и организационные аспекты. Во-первых, нужно инвестировать в современные технологии кибербезопасности, включая системы обнаружения и предотвращения вторжений, антивирусные программы и решения для шифрования данных. Эти технологии помогут защитить критически важные инфраструктуры и данные от потенциальных атак. Во-вторых, необходимо развивать и внедрять стандарты безопасности для организаций, работающих в уязвимых секторах, таких как здравоохранение, энергетика и транспорт. Эти стандарты должны включать регулярные аудиты безопасности, оценку рисков и обучение сотрудников основам кибербезопасности. В-третьих, важным шагом является создание межведомственных и международных партнерств для обмена информацией о киберугрозах. Сотрудничество между государственными учреждениями, частными компаниями и международными организациями позволит оперативно реагировать на новые угрозы и делиться лучшими практиками в области киберзащиты.

Комплексный подход, включающий технические, организационные и правовые меры, является необходимым для эффективной защиты от кибертерроризма. В условиях быстро меняющегося цифрового ландшафта важно оставаться на шаг впереди угроз, обеспечивая безопасность и стабильность в киберпространстве.

Источники

1. Что такое кибертерроризм? [Электронный ресурс]. URL: https://www.securitylab.ru/analytics/545932.php (дата обращения: 23.03.2025).

2. Обзор угроз и методов защиты. [Электронный ресурс]. URL: https://www.cisa.gov/cybersecurity (дата обращения: 23.03.2025).

3. Кобец П.Н. Фишинговые атаки как один из самых распространенных видов киберпреступности и меры по противодействию. [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/fishingovye-ataki-kak-odin-iz-samyh-rasprostranennyh-vidov-kiberprestupnosti-i-mery-po-protivodeystviyu (дата обращения: 23.03.2025).

УДК.004

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ КВАНТОВО-УСТОЙЧИВЫХ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ

Белоусова Анастасия Евгеньевна
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени профессора М. А. Бонч-Бруевича», г. Санкт-Петербург, Россия
nastya.2005.belousova@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются основные принципы разработки квантово-устойчивых алгоритмов, их математическая основа, а также методы оценки их безопасности. Также обсуждаются текущие стандарты и инициативы по внедрению квантово-устойчивой криптографии, такие как проекты NIST по стандартизации квантово-устойчивых алгоритмов. Квантово-устойчивые алгоритмы шифрования представляют собой новую категорию криптографических методов, разработанных для защиты данных от угроз, связанных с квантовыми вычислениями. Эти алгоритмы основываются на математических задачах, которые остаются сложными как для классических, так и для квантовых систем, обеспечивая надежную защиту информации в условиях растущих технологий.

Ключевые слова: квантово-устойчивые алгоритмы, шифрование, криптография, защита данных, квантовые вычисления, NIST, стандарты FIPS, теория решеток, цифровые подписи, хеш-функции, безопасность информации, постквантовая эпоха.

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF QUANTUM-RESISTANT ENCRYPTION ALGORITHMS

Belousova Anastasia Evgenievna
The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications», St. Petersburg, Russia
nastya.2005.belousova@gmail.com

Annotation. The article discusses the basic principles of the development of quantum-stable algorithms, their mathematical basis, as well as methods for assessing their safety. Current standards and initiatives for the implementation of quantum-resistant cryptography, such as NIST projects on standardization of quantum-resistant algorithms, are also discussed. Quantum-resistant encryption algorithms are a new category of cryptographic methods developed to protect data from threats related to quantum computing. These algorithms are based on mathematical problems that remain difficult for both classical and quantum systems, ensuring reliable information protection in the face of growing technologies.

Keywords: quantum-resistant algorithms, encryption, cryptography, data protection, quantum computing, NIST, FIPS standards, lattice theory, digital signatures, hash functions, information security, post-quantum era.

В последние годы квантовые технологии становятся все более значимыми. Квантовый компьютер — это устройство, которое использует особенности квантовой механики для выполнения вычислений. Основное отличие квантовых компьютеров заключается в том, что они используют кубиты, которые находятся в состоянии суперпозиции, позволяя им одновременно принимать значения 0 и 1, в отличие от привычных битов, которые могут иметь только одно из двух значений. Кубиты могут быть реализованы с помощью ионов, фотонов или других частиц, которые когерентно взаимодействуют друг с другом. Это позволяет запутанным квантовым системам теоретически обрабатывать все состояния одновременно [1]. При достижении условной отметки в 50 кубитов возникает квантовое превосходство: некоторые вычислительные задачи становятся невозможными для решения за разумное время на традиционных архитектурах, но могут быть выполнены быстро на квантовых. Классические криптографические методы, такие как RSA и ECC, могут оказаться уязвимыми для атак квантовых алгоритмов, что делает их менее надежными.

В условиях новых вызовов основное внимание уделяется синтезу квантово-устойчивых алгоритмов, которые используют различные математические структуры, такие как теории решеток, кодов и многомерных полей. Алгоритмы на основе теории решеток предлагают высокую степень устойчивости к квантовым атакам благодаря своей сложности, которая остается высокой как для классических, так и для квантовых вычислительных систем. Алгоритмы, основанные на кодах, используют ошибки в кодах для создания криптографических систем, обеспечивая защиту от квантовых атак за счет сложности декодирования.

Алгоритмы, использующие многомерные поля основываются на сложных математических структурах, которые делают их устойчивыми к атакам как классических, так и квантовых компьютеров. Многомерные поля позволяют создавать криптографические схемы, которые могут эффективно обрабатывать большие объемы данных и обеспечивать надежную защиту информации.

Алгоритмы на основе случайных функций и хеш-функций также играют важную роль в обеспечении безопасности данных. Случайные функции могут использоваться для генерации ключей и создания криптографических систем, которые сложно предсказать и взломать. Хеш-функции обеспечивают надежные цифровые подписи и аутентификацию, оставаясь устойчивыми к квантовым атакам.

Для оценки безопасности квантово-устойчивых алгоритмов шифрования применяются различные методы и подходы. Одним из ключевых аспектов является анализ сложности алгоритмов, который включает в себя оценку времени и ресурсов, необходимых для их взлома с использованием как классических, так и квантовых вычислительных систем. Исследователи также проводят криптоанализ, чтобы выявить потенциальные уязвимости и слабые места в алгоритмах для улучшения их устойчивости.

Не менее важным методом оценки безопасности является использование стандартов и рекомендаций, разработанных авторитетными организациями, такими как NIST. Эти стандарты включают в себя тестирование алгоритмов на предмет их устойчивости к известным атакам и оценку их производительности в различных условиях. Также проводятся симуляции и эксперименты, которые помогают проверить алгоритмы в реальных сценариях использования.

С момента, когда квантовые компьютеры смогут превзойти классические в решении определенных сложных математических задач, асимметричные криптографические схемы окажутся под угрозой. Их криптостойкость основана на сложности разложения больших чисел на множители, что делает крайне трудным определение закрытого ключа на основе открытого. Однако, для достижения квантового превосходства необходимы более эффективные аппаратные решения и алгоритмы, которые смогут максимально использовать преимущества квантовых систем. На это может уйти от 10 до 30 лет. Тем не менее, криптографы уже сейчас начинают подготовку к этому будущему.

Еще в 2016 году американский институт NIST объявил конкурс по разработке алгоритмов шифрования для постквантовой эпохи. В начале июля многолетнее соревнование подошло к концу, и организаторы выделили наиболее многообещающие решения [2]. Исследователи со всего мира разработали более семидесяти криптографических механизмов, которые были тщательно изучены независимыми экспертами на предмет уязвимостей. В результате шести лет работы общий список был сокращен до четырех алгоритмов. В него вошли универсальный Kyber, а также Dilithium, FALCON и SPHINCS+, предназначенные для создания цифровых подписей.

Криптографическая основа для алгоритмов Kyber, Dilithium и FALCON основана на задачах теории решеток, таких как NP-задачи поиска кратчайшего вектора и задача обучения с ошибками (LWE). Считается, что как классические, так и квантовые компьютеры имеют одинаковые трудности при решении этих задач. Для защиты информации используются многомерные решетки точек, размерность которых позволяет регулировать сложность вычислений. Что касается SPHINCS+, то эта криптографическая схема основана на хеш-функциях. В новой версии разработчики смогли уменьшить размер подписи и повысить надежность алгоритма.

13 августа 2024 года NIST выпустил три окончательных Федеральных стандарта обработки информации (FIPS), разработанных для защиты от квантовых атак: FIPS 203, FIPS 204 и FIPS 205. Эти новые стандарты играют ключевую роль в обеспечении безопасности электронной информации, охватывая широкий спектр данных — от конфиденциальных писем до важных транзакций в электронной коммерции.

FIPS 203, который служит основным стандартом для общего шифрования, основан на механизме инкапсуляции ключей на основе решеток, известном как ML-KEM (Module-Lattice-Based Key Encapsulation Mechanism), ранее именовавшемся CRYSTALS-Kyber. По данным NIST, преимущества ML-KEM заключаются в сравнительно небольших размерах ключей шифрования, которые легко обменивать между сторонами, а также в высокой скорости работы.

FIPS 204 использует алгоритм цифровой подписи на основе модулей-решеток, известный как ML-DSA, который ранее назывался CRYSTALS-Dilithium. Этот стандарт предназначен для обеспечения надежной защиты цифровых подписей. В свою очередь, FIPS 205 также предназначен для защиты цифровых подписей и служит резервным вариантом для FIPS 204 на случай, если ML-DSA окажется уязвимым. Он основан на алгоритме цифровой подписи без сохранения состояния (SLH-DSA), который ранее был известен как SPHINCS+. Хотя SLH-DSA является более крупным и медленным по сравнению с другими алгоритмами, его ценность заключается в том, что он использует альтернативный математический подход — схему подписи без сохранения состояния на основе хэша. Это делает его надежным резервным вариантом, даже несмотря на то, что FIPS 204, как ожидается, будет применяться в 99,9 процентах случаев [3].

Развитие квантово-устойчивых алгоритмов шифрования представляет собой важный шаг в обеспечении безопасности данных в условиях растущих угроз со стороны квантовых вычислений. С учетом того, что квантовое превосходство может стать реальностью в ближайшие десятилетия, криптографы и исследователи уже сейчас активно работают над созданием и внедрением квантово-устойчивых алгоритмов. Это сотрудничество и обмен знаниями в области криптографии будут способствовать созданию безопасных систем, способных защитить данные в условиях быстро развивающихся технологий. Таким образом, подготовка к постквантовой эпохе становится неотъемлемой частью стратегии обеспечения безопасности информации в будущем.

Источники

1. Tim Callan. Who are NIST’s post-quantum algorithm winners? [Электронный ресурс]. URL: https://www.sectigo.com/resource-library/who-are-nists-post-quantum-algorithm-winners#NIST%E2%80%99s%20finalized%20post-quantum%20cryptography%20standards (дата обращения: 22.03.2025).

2. Сергей Симонов. Какими должны быть стандарты постквантовой криптографии: подход NIST. [Электронный ресурс].URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/Post-Quantum-Cryptography-NIST (дата обращения: 22.03.2025).

3. Что там с квантово-устойчивой криптографией. [Электронный ресурс].URL: https://habr.com/ru/companies/t1_cloud/articles/677376/ (дата обращения: 22.03.2025).

УДК 004.056

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ MAXPATROL VM ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ УЯЗВИМОСТЯМИ IT-ИНФРАСТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ

Бойчук Снежана Андреевна, Ершов Алексей Сергеевич
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А,
г. Саратов, Россия
imsnezhana@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются возможности системы MaxPatrol VM для автоматизации ключевых процессов управления уязвимостями в IT-инфраструктуре современных организаций. Описываются программные компоненты MaxPatrol VM, а также процессы управление уязвимостями и их устранения.

Ключевые слова: MaxPatrol VM, управление уязвимостями, IT-инфраструктура, актив, устранение уязвимостей, сканирование уязвимостей, приоритизация уязвимостей, автоматизация.

FUNCTIONAL CAPABILITIES OF MAXPATROL VM FOR MANAGING VULNERABILITIES IN THE ORGANIZATION'S IT INFRASTRUCTURE

Boychuk Snezhana Andreyevna, Ershov Alexey Sergeevich
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia
imsnezhana@mail.ru

Abstract. The article explores the capabilities of the MaxPatrol VM system for automating key vulnerability management processes in the IT infrastructure of modern organizations. It describes the software components of MaxPatrol VM, as well as the processes of vulnerability management and remediation.

Keywords: MaxPatrol VM, vulnerability management, IT-infrastructure, asset, vulnerability remediation, vulnerability scanning, vulnerability prioritization, automation

Согласно статистике, с каждым годом растет количество выявленных уязвимостей, а также и количество атак на IT-инфраструктуру организации, основанных на данных уязвимостях. Предотвращение данных атак возможно с помощью внедрения процесса управления уязвимостями. Согласно методическому документу ФСТЭК «Руководство по организации процесса управления уязвимостями в органе (организации)» [1] процесс управления уязвимостями должен быть организован для всех информационных систем

организации и должен предусматривать постоянную и непрерывную актуализацию сведений об уязвимостях и объектах информационной системы. Традиционные методы ручного поиска и исправления уязвимостей в IT-структуре демонстрируют низкую эффективность и требуют существенных временных затрат.

В связи с этим защита современных информационных систем от уязвимостей невозможна без применения комплексных автоматизированных решений.

MaxPatrol VM от компании Positive Technologies – это система управления уязвимостями, которая обеспечивает полноценную автоматизацию ключевых процессов: управление активами, анализ защищенности активов ИБ и устранение уязвимостей на активах ИБ в IT-инфраструктуре предприятия.

Актив – это информационная система или компонент инфраструктуры, представляющий важность для компании и нуждающийся в защите от цифровых киберугроз.

MaxPatrol VM позволяет собирать данные об IT-инфраструктуре, сортировать активы по критериям, предоставлять актуальную информацию об уязвимостях благодаря базе знаний Positive Technologies в течении 12 часов, отображать состояние защищенности активов, приоритизировать уязвимости, имеет возможность выгружать данные из внешних систем, а так же выпускать отчеты [2].

Система MaxPatrol VM состоит из нескольких программных компонентов: MaxPatrol 10 Collector – модуль сканирования, который отвечает за данных об ИТ-инфраструктуре путем сканирования и передает полученную информацию в центральный модуль MaxPatrol 10 Core», MaxPatrol 10 Core – модуль управления, для хранения результатов сканирования с информацией об узлах, а также для расчета уязвимостей на активах, PT Management and Configuration – сервис единого входа в продукты PT, который записывает действия пользователей, PT Update and Configuration Service – сервис обновлений модуля Pentest и загрузки дистрибутивов с новыми версиями компонентов, локальный сервер обновлений, который производит загрузку обновлений с глобального сервера обновлений Positive Technologies при отсутствии интернета. Все эти компоненты можно размещать как на одном, так и на нескольких серверах, что создает условия эффективно адаптироваться под потребности организации независимо от её масштаба, их взаимодействие представлено на рис. 1 [3].

Для управления уязвимостями и их устранения, в MaxPatrol VM необходимо применение нескольких стадий.

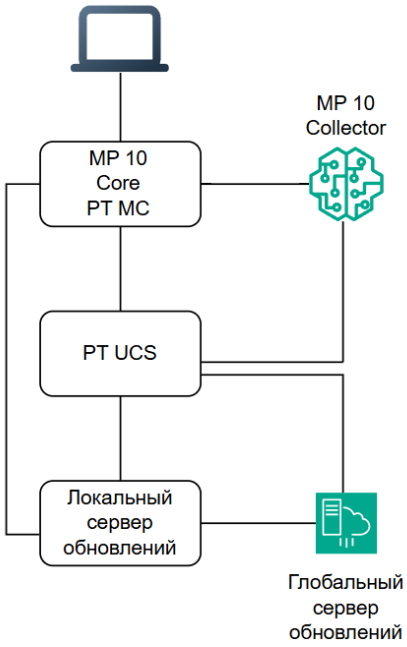


Рис. 1. Взаимодействие компонентов MaxPatrol VM

1. Определить значимость активов предприятия. Первым этапом для управления уязвимостями является анализ информационной инфраструктуры предприятия. В зависимости от собранных данных, активам присваивается категория значимости. Неполная классификация активов создает риск того, что значимые активы не попадут в зону сканирования и будут уязвимы для атак. Всего существуют 4 категории: высокая, средняя, низкая, без категории. Ключевым фактором так же является постоянное обновление информации об активах. Примеры активов: ARM-администратора, сервер, контроллеры домена, уязвимость которых может привести к серьезным негативным последствиям.

2. Приоритизация уязвимостей. Вторым этапом является определение уровня опасности уязвимостей, их трендовость и наличие публичного эксплойта. Чтобы правильно приоритизировать уязвимость, необходимо учитывать значимость актива.

3. Определение сроков для устранения уязвимостей. Сроки устранения уязвимостей определяются с учетом их критичности и значимости актива. При этом приоритетным направлением является оперативное устранение трендовых уязвимостей, представляющих наибольшую опасность для IT-инфраструктуры и которые используются в атаках или с высокой вероятностью будут использоваться. В каждой организации стандартные сроки ликвидации уязвимостей оказывались длиннее того времени, которое проходило от момента публикации информации об уязвимости до начала её активного использования злоумышленниками в реальных атаках. Задержка с устранением уязвимостей создает высокий риск успешной реализации угроз безопасности для организации.

4. Своевременное устранения уязвимостей. На данном этапе осуществляется контроль состояния систем и уровень защищенности инфраструктуры. Важно не нарушать политику устранения уязвимостей и в запланированные сроки устранять уязвимости, чтобы избежать событий, связанных с эксплуатации уязвимостей на активах. После их устранения необходимо снова проверить активы на наличие уязвимостей. Благодаря результатам предыдущих проверок MaxPatrol VM может автоматически определить насколько опасна новая уязвимость для узлов сети без повторного сканирования [4].

Помимо политики устранения уязвимости в MaxPatrol VM существуют следующие политики: для значимости активов, для сроков актуальности данных и для отметки «важная», чьи правила автоматически отмечают отдельные экземпляры уязвимостей как важные. Политика – это совокупность правил, которые автоматически изменяют параметры объектов системы. Также имеется возможность создавать собственные политики [3].

От определения значимости активов до своевременного устранения уязвимостей, MaxPatrol VM предоставляет возможности, позволяющие организациям не просто выявлять уязвимости, но и эффективно управлять ими. Поддержка настраиваемых политик позволяет адаптировать систему к уникальным потребностям и рискам конкретной организации. Сочетание этих качеств с автоматизацией процессов управления уязвимостями делает MaxPatrol VM ценным инструментом для повышения безопасности IT-систем.

Источники

1. Методический документ «Руководство по организации процесса управления уязвимостями в органе (организации)» (утв. ФСТЭК России 17.05.2023)

2. Positive Technologies. MaxPatrol VM – система управления уязвимостями. URL: https://www.ptsecurity.com/ru-ru/products/mp-vm/#advantages (дата обращения: 10.03.2025).

2. «Руководство администратора». Positive Technologies. URL: https://pt-corp.storage.yandexcloud.net/Rukovodstvo_administratora_cf0019060a.pdf (дата обращения: 12.03.2025).

3. Positive Technologies. Пять проблем в управлении уязвимостями и как их решить. URL: https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/problems-in-vulnerability-management-and-how-to-solve-them/ (дата обращения 14.03.2025)

УДК 681.518

КРИПТОГРАФИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН

Булатова Алина Рустемовна, Гришина Светлана Анатольевна
ФГБОУ ВО «ПГУТИ», г. Самара, Россия
alinabulatova2002@mail.ru

Аннотация. Криптография является важным компонентом технологии блокчейн, обеспечивая надёжную систему безопасности транзакций и общую целостность сети. В данной статье рассматриваются аспекты криптографии в сфере безопасности технологии блокчейн, а также обеспечение защиты от несанкционированного доступа и децентрализации системы. Выявляются ограничения при внедрении криптографии.

Ключевые слова: криптография, блокчейн, информационная безопасность, криптографические алгоритмы.

CRYPTOGRAPHY IN ENSURING THE SECURITY OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Alina R. Bulatova, Svetlana A. Grishina
PSUTI, Samara, Russia
alinabulatova2002@mail.ru

Annotation. Cryptography is an important component of blockchain technology, providing a reliable transaction security system and overall network integrity. This article discusses aspects of cryptography in the field of blockchain technology security, as well as ensuring protection against unauthorized access and system decentralization. Limitations in the implementation of cryptography are revealed.

Keywords: cryptography, blockchain, information security, cryptographic algorithms.

Технология блокчейн представляет собой цепочку блоков, каждый из которых содержит в себе информацию (транзакции) с первого блока. Криптографические алгоритмы обеспечивают неизменяемость, безопасность транзакций и блоков, а также надёжность данных, хранящихся в блокчейне.

Одним из основных криптографических элементов, используемых в блокчейне являются хэш-функции. Данные функции или математические алгоритмы преобразуют данные произвольного размера в строку символов фиксированного размера. Каждый блок в блокчейне содержит хэш предыдущего блока, создавая неразрывную цепочку. Это гарантирует, что любое изменение

данных транзакции в блоке изменит хэш, и сразу же сделает подделку заметной. Хэш-функция работает с неограниченным количеством входных данных, гарантируя гибкость при их преобразовании в выходные данные, и защищает выходные данные от нежелательного вмешательства, например, при проверке пароля. В блокчейне хеширование выполняет одностороннюю функцию - помогает правильно разработанному алгоритму предотвратить обращение обратное процессу хеширования и раскрытию исходных данных.

Блокчейн использует криптографию с открытым ключом для защиты транзакций. У каждого пользователя есть пара ключей: открытый ключ, которым можно делиться, и закрытый ключ - хранится в секрете. Открытый ключ используется для создания адресов кошельков, для получения криптовалютных транзакций, а закрытый ключ — для подписи транзакций, это гарантирует, что только владелец закрытого ключа может авторизовать транзакции, связанные с его адресом.

Еще одним из основных криптографических элементов, используемых в блокчейне является цифровая подпись. Разновидность электронной подписи, которая использует криптографию с открытым ключом для проверки подлинности документа или сообщения. При создании транзакции она подписывается закрытым ключом отправителя. Данную подпись может проверить любой пользователь сети с помощью открытого ключа отправителя, подтвердив, что транзакция не была изменена и действительно отправлена отправителем [1]. Система помогает предотвратить попытки взлома, подтверждая подлинность отправителя и источника.

Последовательное хеширование приводит к разработке алгоритмов консенсуса для определения способов проверки транзакций и ее реализации. Данная концепция имеет важное значение в системе, поскольку свод ее правил будет определять работу блокчейна и сетей.

Алгоритмы консенсуса применимы к одноранговой технологической сети. Преимуществом является объединение участников (узлов) в процессе разработки блока. Основным ограничением выступает возможный переход к централизованной власти над блокчейном. Это может произойти, если группа узлов сконцентрируется на вычислительной мощности и оборудовании в долгосрочной перспективе. Шифрование преобразует открытый текст в зашифрованный с помощью алгоритмов. Если пользователь хочет получить доступ к информации, ему нужно применить ключ для расшифровки, чтобы преобразовать зашифрованный текст обратно в открытый. Ключ для расшифровки — это пароль или последовательность цифр.

Механизмы консенсуса, такие как Proof of Work (PoW) и Proof of Stake (PoS), не являются напрямую криптографическими методами, однако играют важнейшую роль в обеспечении безопасности и целостности блокчейн-сетей

[2]. Данные механизмы требуют от участников выполнения определённых криптографических операций для подтверждения транзакций и создания новых блоков, тем самым предотвращая злоумышленные действия.

Шифрование играет важнейшую роль в технологии блокчейн для защиты конфиденциальных данных. Различают симметричное шифрование, которое использует один общий ключ для процессов шифрования и дешифрования, и асимметричное шифрование, которое использует пару математически связанных ключей, а именно открытый и закрытый ключи. Асимметричное шифрование используется для распределения ключей, создания безопасных каналов и обеспечения конфиденциальности в сети блокчейн. Зашифровав данные с помощью открытого ключа, расшифровать информацию и получить доступ к ней сможет только предполагаемый получатель, владеющий соответствующим закрытым ключом. Это гарантирует, что конфиденциальные данные останутся приватными, даже если они хранятся в общедоступном блокчейне [3].

Криптография предоставляет безопасные механизмы управления ключами, позволяющие участникам безопасно генерировать, хранить и распространять криптографические ключи. Надежные методы управления ключами гарантируют, что ключи защищены от несанкционированного доступа и могут быть надежно использованы для шифрования, дешифрования и цифровых подписей.

Немаловажным является Дерево Меркла. Структура данных, которая обобщает все транзакции в блоке, каждый конечный узел представляет собой хэш данных отдельной транзакции, а каждый неконечный узел представляет собой хэш своих дочерних узлов. Корень Меркла, хранящийся в заголовке блока, помогает быстро проверить, включена ли транзакция в блок, без необходимости просматривать весь блокчейн.

Ограничениями криптографии в технологии блокчейн являются:

- Надежно зашифрованная информация, которая имеет цифровую подпись, может быть труднодоступной даже для законного пользователя. В самый критический момент принятия решения сеть может быть выведена из строя или атакована злоумышленником [4].

- Криптография не защищает от уязвимостей и угроз, которые возникают из-за плохого проектирования протоколов, процедур и систем. Эти проблемы необходимо устранить с помощью надлежащего проектирования инфраструктуры защиты.

- Криптография требует огромных временных и денежных вложений. Криптография с открытым ключом требует настройки и обслуживания инфраструктуры открытого ключа, что требует огромных вложений.

Добавление криптографических методов при отправке сообщений и обработке информации увеличивает задержку.

- Безопасность криптографических методов зависит от сложности и трудности математической задачи. Любой прорыв в решении таких математических задач может сделать криптографические методы уязвимыми.

В основе технологии блокчейн для обеспечения безопасности, целостности и конфиденциальности данных при проведении транзакций, используется криптография. Используя такие методы, как криптография с открытым ключом, хэш-функции и деревья Меркла, системы обеспечивают повышенную безопасность, прозрачность и эффективность в широком спектре отраслей. Блокчейн состоит из двух ключевых концепций: криптографии и хеширования. Криптография шифрует сообщения, а хеширование помогает защитить информацию о блоках и связать блоки в блокчейне. Криптография в основном направлена на обеспечение безопасности участников и транзакций. Это гарантирует, что только те лица, которым предназначены данные о транзакциях, могут получать доступ к ним, читать их и обрабатывать.

Источники

1. Москвин В.С., Богатырев В.А. Постквантовые алгоритмы электронной цифровой подписи и их использование в распределенном реестре // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2022. №4.

2. Апасов Максим Вадимович, Руднев Сергей Георгиевич Блокчейн как перспективная технология обеспечения экономической безопасности // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Экономика. 2024. №4 (42).

3. Обеспечение безопасности в технологии блокчейн Кушнир Д.В., Скробов Д.В. //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2022). 2022. С. 642-648.

4. Степанов И.Е. Применение технологии блокчейн для обеспечения надежности и безопасности данных в интернете вещей // Вестник науки. 2023. №5 (62).

УДК 004.056

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

Буторина Анна Георгиевна
УрФУ, г. Екатеринбург, Россия
Butorina.Anna@urfu.me

Аннотация. Искусственный интеллект, сокращенно – ИИ, имеет все большее влияние во многих видах деятельности. Особенно велико его влияние в сфере цифровых технологий и защиты информационных систем. ИИ эффективен в обнаружении атак, проведении комплекса мер по оценке уровня защищенности от несанкционированного доступа и составлении подробных аналитических отчетов. Его внедрение в сферу кибербезопасности значительно упрощает работу специалистов и снижает общую стоимость защиты. Исследование анализирует уровень использования ИИ в информационной безопасности на сегодняшний день и рассматривает вопрос повышения безопасности данных систем при увеличении в них влияния искусственного интеллекта.

Ключевые слова: кибербезопасность, искусственный интеллект, машинное обучение, системы кибербезопасности, информационная безопасность.

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON CYBERSECURITY

Butorina Anna Georgievna
UrFU, Yekaterinburg, Russia
Butorina.Anna@urfu.me

Abstract. Artificial intelligence, abbreviated as AI, is increasingly influential in many types of activities. Its influence is particularly strong in the field of digital technologies and information system protection. Moreover, it is effective in detecting attacks, carrying out a set of measures to assess the level of security against unauthorized access and compiling detailed analytical reports. Its implementation in the field of cybersecurity greatly simplifies the work of specialists and reduces the overall cost of protection. The study analyzes the level of use of AI in information security today and considers the issue of increasing the security of these systems with an increase in the influence of AI in them.

Keywords: cybersecurity, artificial intelligence, machine learning, cybersecurity systems, information security.

Стремительное развитие цифровых экосистем дало толчок инновационным прорывам в работе как компаний, так и обычных пользователей. Прогресс облачных сервисов, вычислительных устройств,

новых приложений и Интернета вещей (IoT) упростил ведение бизнеса, работу физических лиц, нанятых в организации, и облегчил домашнее использование цифровых устройств. Но столь стремительное развитие повлияло и на новые инструменты атак хакеров, сделав их более эффективными и расширив их потенциал. Кибератаки охватывают все больше и больше сфер, начиная от небольших программ-вымогателей и заканчивая многоступенчатыми атаками на критически важную инфраструктуру.

Исследования в работах [1] и [2] показывают, что за последние десять лет растущая зависимость от цифровизации в геометрической прогрессии увеличила число инцидентов безопасности. Основные из этих инцидентов: DoS и DDoS («отказ в обслуживании»), внедрение вредоносного ПО, утечка данных, несанкционированный доступ и эксплойты нулевого дня. Согласно источнику [3], растет, и будет продолжать расти стоимость нарушений кибербезопасности, а с 2023 по 2028 год общая сумма ущерба достигнет 5700 миллиардов долларов.

Развитие ИИ привело к его внедрению в системы кибербезопасности. Саркер заявляет [2], что ИИ – уникальный инструмент, способный одновременно анализировать происшествия и защищать от разнообразных быстро развивающихся киберугроз. Главную роль в извлечении и анализе данных играют такие методы ИИ, как машинное обучение (МО), глубокое обучение (ГО) и обработка языка (NLP) [4]. Уникальным преимуществом искусственного интеллекта является его способность анализировать тысячи различных событий, при этом прогнозируя и упреждая проблемы, что значительно повышает автоматизацию функций безопасности. Многочисленные компании уже реализовали его возможности [5].

Несмотря на то, что преимущества искусственного интеллекта в информационной безопасности задокументированы во многих источниках, очень немногая литература рассматривает тщательную оценку пригодности методов ИИ [6] и почти нет литературы, отвечающей на вопрос его эффективности. Паксон и Соммер отмечают, что многие исследования внедряют методы искусственного интеллекта без оценки их практической пользы в реальных условиях [7]. Данный пробел в литературе определил актуальность исследования. За основу взят анализ Попова В.Г и др. 2021 года издания [8], к которому добавлен библиографический анализ. Цель исследования – на основе обзора актуальной литературы, рассматривающей тему ИИ в кибербезопасности, проанализировать важность внедрения ИИ.

Для достижения цели проведены библиометрический и содержательный анализы литературы. В качестве выборки использовались источники, опубликованные с 2020 по 2025 год, чтобы охватить наиболее актуальные на данный момент наработки. Также этот период является наиболее значимым по достижениям как в сфере искусственного интеллекта, так и в

кибербезопасности [4]. В исследовании используется база данных с сайта elibrary.ru, который выбран как «крупнейший российский информационно-аналитический портал, где содержатся рефераты и полные тексты более 34 млн научных статей и изданий» [9]. Доступ к сайту осуществлен 11 марта 2025 года. Библиометрический анализ — это методы статистики, которые используются для изучения тенденций и закономерностей в академической литературе [10].

Всего получено 3013 публикации, в них включены книги, статьи в журналах, диссертации и материалы конференций. Поиск осуществлялся с использованием базовой строки на сайте elibrary.ru. Были последовательно введены фразы, представленные в Таблице 1:

Таблица 1. Количество публикаций по запросам

Текст запроса	Кол-во публикаций
Искусственный интеллект Кибербезопасность	1031
Машинное обучение Кибербезопасность	345
Глубокое обучение Кибербезопасность	73
Обработка естественного языка Кибербезопасность	15
Искусственный интеллект Информационная безопасность	1593
Машинное обучение Информационная безопасность	643
Глубокое обучение Информационная безопасность	109
Обработка естественного языка Информационная безопасность	43

Наибольшее количество материалов было найдено по запросу «Искусственный интеллект Информационная безопасность», это обуславливается тем, что он более общий.

Платформа «elibrary.ru» позволят создавать подборки, добавление литературы в которую не оставляет в ней дубликатов. Результаты всех запросов были объединены в «Кибербезопасность, подборка», так и было получено общее количество уникальных элементов – 3013. Наиболее цитируемая работа в данной подборке насчитывает 173 цитирования, что говорит о высокой актуальности данной темы.

Диаграмма на рис. 1 показывает распределение публикаций из выборки «Кибербезопасность, подборка» в соответствии с годом её издания.

График показывает стабильное увеличение количества публикаций с каждым годом, причем на 2024 год приходится самый большой процент литературы (46%). С 2022 по 2024 года количество публикация с каждым годом увеличивалось почти в два раза, что показывает скачкообразное повышение актуальности данной сферы за последнее время.

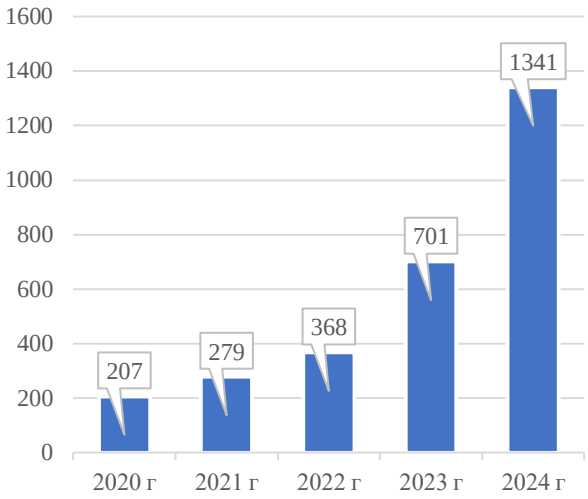


Рис. 1. Процентное соотношение количества публикаций

Библиометрический анализ показал повышающийся интерес к ИИ в кибербезопасности. Содержательный анализ публикаций также указывает на это, и устанавливает важность внедрения искусственного интеллекта. Один из наиболее цитируемых источников, [11], говорит о высокой эффективности классических алгоритмов в кибербезопасности: регрессии и классификации. Также он выявляет самое популярное направление искусственного интеллекта в информационной безопасности – защита от кибератак.

ИИ продолжает расширять границы кибербезопасности и в будущем станет основой для создания сети систем, которые будут способны выявлять угрозы, защищать информацию и без участия человека устранять причинённый ущерб [12], [13]. Технологии искусственного интеллекта делают системы безопасности устойчивее и приспособленнее к быстро меняющемся угрозам [12]. Несмотря на то, что внедрение ИИ значительно улучшает безопасность системы, исследователи сходятся во мнении, что следует сочетать его с другими методами.

Таким образом, технологии ИИ имеют все больше значение в борьбе с киберугрозами. Данное исследование указывает на увеличение эффективности систем информационной безопасности при внедрении в них искусственного интеллекта.

Источники

1. McIntosh, T. The Inadequacy of Entropy-Based Ransomware Detection [Электронный ресурс]. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-36802-9_20 (дата обращения: 2.03.2025)

2. Sarker, I. H. Cybersecurity data science [Электронный ресурс]. https://link.springer.com/article/10.1186/s40537-020-00318-5 (дата обращения: 2.03.2025)

3. Petrosyan, A. Estimated cost of cybercrime worldwide 2017-2028 [Электронный ресурс]. https://www.statista.com/forecasts/1280009/cost-cybercrime-worldwide (дата обращения: 2.03.2025)

4. Sarker, I. H. Machine learning for intelligent data [Электронный ресурс]. https://link.springer.com/article/10.1007/s40745-022-00444-2 (дата обращения: 3.03.2025).

5. Sarker, I. H. Ai-driven cybersecurity [Электронный ресурс]. https://link.springer.com/article/10.1007/s42979-021-00557-0 (дата обращения: 3.03.2025).

6. Zhang, Z. Artificial intelligence in cyber security [Электронный ресурс]. https://link.springer.com/article/10.1007/S10462-021-09976-0 (дата обращения: 5.03.2025).

7. Sommer, R. Outside the Closed World [Электронный ресурс]. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5504793 (дата обращения: 6.03.2025).

8. Попов В.Г., Галиаскаров Д.Ф., Болябкин М.В. Оценка актуальности и эффективности интеграции систем искусственного интеллекта в сегменте информационной безопасности [Электронный ресурс]. https://elibrary.ru/yuirhc?ysclid=m7q2679fj4202832001 (дата обращения: 7.03.2025).

9. Обзор eLIBRARY [Электронный ресурс]. https://apni.ru/blog/elektronnaya-biblioteka-elibrary-chto-eto?ysclid=m7of2i4tie846015719 (дата обращения: 1.03.2025).

10. Donthu, N., S. How to conduct a bibliometric analysis [Электронный ресурс]. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296321003155 (дата обращения: 3.03.2025).

11. Скрыпников А.В., Денисенко В.В., Хитров Е.Г., Савченко И.И., Евтеева К.С. Решение задач информационной безопасности с использованием искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. https://elibrary.ru/item.asp?id=46263940 (дата обращения: 7.03.2025).

12. Козлова Н.Ш., Довгаль В.А. Анализ применения искусственного интеллекта и машинного обучения в кибербезопасности [Электронный ресурс]. https://elibrary.ru/item.asp?id=54977688 (дата обращения: 7.03.2025).

13. Скрыпников А.В., Денисенко В.В., Саранов И.А. Использование методов машинного обучения [Электронный ресурс]. https://elibrary.ru/item.asp?id=44822184 (дата обращения: 7.03.2025).

УДК 004.056

WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБЕЗЛИЧИВАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Волкова Лия Дмитриевна
ФГБОУ ВО «КГАСУ», г. Казань, Россия
volkovalia16@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс разработки web-приложения для обезличивания персональных данных. Проанализированы существующие методы обезличивания, а также приведены примеры их практического использования. Рассмотрены аспекты защиты данных и требования законодательства, что делает разработку веб-приложения необходимым инструментом для организаций, работающих с персональной информацией.

Ключевые слова: персональные данные, обезличивание, веб-приложение, безопасность данных, конфиденциальность, технологии, архитектура, законодательство.

WEB APPLICATION FOR ANIMALIZING PERSONAL DATA

Volkova Liya Dmitrievna
KSUAE, Kazan, Russia
volkovalia16@yandex.ru

Abstract. This article discusses the process of developing a web application for depersonalization of personal data, including the choice of technologies, architectural solutions, and implementation approaches. It analyzes existing depersonalization methods and provides examples of their practical use. The article covers data protection aspects and legal requirements, which makes web application development a necessary tool for organizations working with personal data.

Keywords: personal data, depersonalization, web application, data security, privacy, technologies, architecture, legislation.

С увеличением объемов персональных данных, собираемых и обрабатываемых компаниями, важность их защиты и корректного обращения с ними становится все более очевидной. В этом контексте создание веб-приложения для обезличивания персональных данных становится актуальной задачей для разработчиков и компаний, стремящихся соблюдать требования законодательства и обеспечивать безопасность пользователей.

Согласно источнику [1] к наиболее перспективным и удобным для практического применения относятся следующие методы обезличивания:

метод введения идентификаторов (замена части сведений (значений персональных данных) идентификаторами с созданием таблицы (справочника) соответствия идентификаторов исходным данным);

метод изменения состава или семантики (изменение состава или семантики персональных данных путем замены результатами статистической обработки, обобщения или удаления части сведений);

метод декомпозиции (разбиение множества (массива) персональных данных на несколько подмножеств (частей) с последующим раздельным хранением подмножеств);

метод перемешивания (перестановка отдельных записей, а также групп записей в массиве персональных данных) [1].

Анализ предметной области [2–7] показал, что данные методы практически применяются в информационных системах, однако имеют недостатки, например отсутствие веб-интерфейса использования инструмента обезличивания. Разработка такого веб-приложения для обезличивания персональных данных позволит не только соблюдать требования законодательства по защите информации, но и минимизировать риски, связанные с утечкой личных данных. Такой инструмент обеспечит безопасное обращение с конфиденциальной информацией, позволяя использовать ее для аналитических целей без нарушений прав пользователей.

Веб-приложение для обезличивания персональных данных функционирует по следующему алгоритму. Пользователь, заинтересованный в обработке данных, выполняет загрузку файла, содержащего персональную информацию в интерфейс приложения. Поддерживаемыми форматами файлов могут быть CSV, Excel и другие, что делает процесс максимально удобным. После загрузки данных, приложение предлагает пользователю настроить параметры обезличивания. В этом разделе интерфейса предоставляются варианты выбора алгоритма шифрования и обработки данных. Существуют разные подходы к обезличиванию, такие как подмена значений, анонимизация или токенизация, каждая из которых подходит для определенных случаев в зависимости от типа данных и целей их обработки.

После выбора метода и настройки необходимых параметров пользователь инициирует процесс обработки [8]. В этот момент логика работы веб-приложения переключается на серверную часть. Здесь, используя определенный язык программирования, основывается бизнес-логика, которая и осуществляет обезличивание данных. Сервер получает загруженные данные, применяет выбранный метод и генерирует новый файл с обезличенной информацией. Параллельно с обработкой происходит проверка на наличие возможных ошибок и предупреждений, что дополнительно повышает безопасность и надежность всего процесса.

После завершения обработки, приложение предоставляет пользователю возможность скачать результат — файл с обезличенными данными, который можно использовать для анализа или других целей, не нарушая законов о защите персональной информации. Важно отметить, что обезличенные данные по-прежнему могут содержать статистические и аналитические единицы, полезные для бизнеса, но лишены возможности идентификации конкретных лиц.

Такой подход не только защищает личную информацию, но и позволяет организациям продолжать использовать данные в аналитических целях. Разработка веб-приложения для обезличивания данных требует интеграции современных технологий, внимательного подхода к выбору методов и возможностей, а также строгого выполнения норм законодательства, что делает его необходимым инструментом в арсенале современных компаний. В результате, подобное приложение становится не только средством защиты данных, но и важным шагом к этичному и ответственному обращению с информацией в цифровую эпоху [9]. Предлагаемое решение может найти применение в различных сферах, таких как строительство и жилищно-коммунальное хозяйство, кадровая служба, логистика, здравоохранение и медицина, и других отраслях.

Источники

1. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций №996 от 5 сентября 2013 г. "Об утверждении требований и методов по обезличиванию персональных данных" [Электронный ресурс]. URL: https://ivo.garant.ru/#/document/70451476/paragraph/1/doclist/3057/2/0/0/996%20приказ:1 (дата обращения: 07.03.25).

2. Петровский В.И., Тумбинская М.В. Оптимизация комплексной системы защиты информации на предприятиях различных форм собственности. В сборнике: ITIDS+RRS'2014. 2014. С. 28-32.

3. Томилин А.Н., Крайнева И.А., Тумбинская М.В., Трегубов В.М., Абзалов А.Р. Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР: страницы истории // История науки и техники. 2016. № 10. С. 15-26.

4. Тумбинская М.В., Абзалов А.Р. Исследование результатов применения программного тренажера по реагированию на факты реализации компьютерных угроз в АСУ ТП // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 1 (97). С. 83-96.

5. Sharipov R., Tumbinskaya M., Abzalov A. Analysis of users' keyboard handwriting based on gaussian reference signals. В сборнике: Proceedings - 2019

International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2019. 2019. С. 8867753.

6. Борисов А.В., Босов А.В., Иванов А.В. Применение имитационного компьютерного моделирования к задаче обезличивания персональных данных. Оценка состояния и основные положения // Программирование. 2023. № 4. С. 58-74.

7. Тумбинская М.В. Обеспечение защиты от нежелательной информации в социальных сетях // Вестник Мордовского университета. 2017. Т. 27. № 2. С. 264-288.

8. Зайнуллин И.И., Тумбинская М.В. Мобильное приложение инкапсуляции данных на основе модифицированного стеганографического алгоритма // Информатизация образования и науки. 2023. № 3 (59). С. 57-69.

9. Yakimov I., Tregubov V., Tumbinskaya M. Creation of a unified industrial basis for the development and supply of applied research program packages at the kazan computer factory. В сборнике: Selected Papers - 2017 4th International Conference "Computer Technology in Russia and in the Former Soviet Union", SoRuCom 2017. 4. 2017. С. 126-130.

УДК 004.89

ЦИФРОВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ «СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИНФОРМАТИЗИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ»

Гатауллин Булат Ильнурович, Хаерова Эндже Ильдаровна, Тумбинская Марина Владимировна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
mr.bulgat12@mail.ru

Аннотация. В работе предложен прототип программного обеспечения – виртуальная лаборатория «Система комплексной защиты информации для информатизированных объектов». Прототип разработан по принципу виртуального тренажера, позволяющего имитировать реальные сценарии обнаружения угроз и действия пользователя по реагированию на уязвимости в контролируемой среде объекта информатизации и моделировать реальные сценарии инженерно-технической защиты информации.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, виртуальная реальность, техническая защита информации, каналы утечки информации.

DIGITAL LABORATORY BASED ON VIRTUAL REALITY «INTEGRATED INFORMATION PROTECTION SYSTEM FOR COMPUTERIZED OBJECTS»

Gataullin Bulat Ilnurovich, Haerova Endzhe Ildarovna, Tumbinskaya Marina Vladimirovna
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
mr.bulgat12@mail.ru

Abstract. The paper proposes a software prototype – a virtual laboratory "Integrated information security system for computerized objects." The prototype was developed on the principle of a virtual simulator, which allows simulating real threat detection scenarios and user actions to respond to vulnerabilities in a controlled environment of an informatization facility and simulating real scenarios of engineering and technical information protection.

Keywords: virtual laboratory, virtual reality, technical information protection, information leakage channels.

История вычислительной техники [1] неразрывно связана с развитием технологий виртуальной и дополненной реальности. В настоящее время данные технологии широко используются в различных сферах деятельности, в том числе в области образования [2].

В работе предлагается специальное программное обеспечение (ПО) – виртуальная лаборатория для приобретения профессиональных компетенций в области информационной безопасности (рис. 1). В виртуальном пространстве собраны все технологии и инструменты для получения и отработки практических навыков по защите от угроз и киберинцидентов. Виртуальная лаборатория представляет собой набор виртуальных комнат, имеющих различную тематику защиты информации и пул практических кейсов. Виртуальная лаборатория содержит шесть VR-пространств.

Рис. 1. Виртуальная лаборатория с функциональными комнатами

1. VR-пространство – комната регистрации. Пользователь вводит данные аутентификации идентификации на виртуальной стойке.

2. VR-пространство – комната по изучению нормативной базы (нормативно-правовых документов) в области защиты информации. Пользователю предлагается решить несколько практических задач по обезличиванию персональных данных.

3. VR-пространство – комната по изучению технических методов и средств защиты информации. VR–пространство содержит технические устройства для физической защиты информации, поиска и детектирования источников несанкционированного съема информации. Пользователям предлагается решить несколько кейсов в области инженерно-технической защиты информации.

4. VR-пространство – комната программно-аппаратной защиты информации, в котором предложены этапы работы с программно-аппаратными средствами информационной безопасности.

5. VR-пространство – комната «Защита объектов от утечек информации с применением системы контроля управления доступом», в котором предлагается решение эффективного применения элементов системы контроля управления доступом (далее СКУД) для предотвращения несанкционированного доступа к информации и защиты помещения. Пользователю предлагается решить несколько кейсов для приобретения компетенций по проектированию и внедрению системы защиты информации контролируемой зоны объекта информатизации.

6. VR-пространство – комната оценки знаний. Помимо совершенствования своих практических навыков посредствам прохождения VR-пространств, пользователи могут проверить теоретические и практические знания в области защиты информации.

В основе виртуальной лаборатории лежит платформа Unity3D – кроссплатформенная среда разработки компьютерных игр, разработанная компанией Unity Technologies, в Unity для расчётов физики используется физический движок PhysX от NVIDIA.

Минимальные системные требования платформы:

1. Операционная система: Windows 7
2. Процессор: Intel Core 2-ядерный, аналогичный AMD или лучше
3. Оперативная память: 4 Гб
4. Видеокарта: Nvidia GeForce GT 710, Intel HD Graphics 630 или лучше
5. Свободное место на диске: 2 Гб

Применение описанной выше кроссплатформенной среды разработки, позволит решить проблемы оптимизации на этапе проектирования системы и подбирать более гибкие методы реализации функционала [3 – 6].

Виртуальная лаборатория предоставит возможность обучающимся работать с реальными сценариями инженерно-технической защиты информации, визуализацией и анализом результатов без необходимости использования дорогостоящего оборудования. Лаборатория также предлагает интеграцию с базами данных, что делает возможным сохранять результаты в системе и использовать их в дальнейшем. Виртуальная лаборатория «Комплексная система защиты информации объекта информатизации» позволит повысить компетентность, технологическую грамотность и инициативность студентов, а также будет полезна для повышения квалификации опытным специалистам по таким направлениям, как «Комплексная защита объектов информации» и «Техническая защита

информации».

Источники

1. Томилин А.Н., Крайнева И.А., Тумбинская М.В., Трегубов В.М., Абзалов А.Р. Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР: страницы истории // История науки и техники. 2016. № 10. С. 15–26.
2. Кенжина Д.С., Полежаева М.В., Сафонова Т.В., Михайлов А.В. Виртуальные лаборатории // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2024. № 3 (51). С. 10–16.
3. Тумбинская М.В., Абзалов А.Р. Исследование результатов применения программного тренажера по реагированию на факты реализации компьютерных угроз в АСУ ТП // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 1 (97). С. 83–96.
4. Гришаева Д.А., Кириллова И.Ю., Бессарабов А.М., Трохин В.Е. Разработка виртуальной модели аналитической лаборатории в приложениях BLENDER и UNREAL ENGINE // Математические методы в технологиях и технике. 2024. № 9. С. 68–71.
5. Тумбинская М.В. Модель защищенной информационной системы интернет-банкинга // Прикладная информатика. 2015. Т. 10. № 5 (59). С. 62–72.
6. Хаерова Э.И., Гатауллин Б.И., Тумбинская М.В. Виртуальный тренажер по обработке конфиденциальной информации на физических носителях // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2024. Т. 21, No 8. С. 49 – 55. DOI: 10.14489/vkit.2024.08.pp.049–0552.

УДК 004.056

СЕТИ 5G: ВОЗМОЖНОСТИ И УГРОЗЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Голосова Юлия Владимировна, Вагина Арина Станиславовна, Таран Екатерина Алексеевна
ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Краснодар, Россия
taran.ea0499@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрена архитектура сетей 5G, перечислены ее основные компоненты и особенности. Представлены потенциальные риски, связанные с внедрением сетей пятого поколения, для информационной безопасности. Проанализированы примеры уязвимостей сетей 5G, которые возникают ввиду сложной архитектуры и использования устаревших протоколов и которыми могут воспользоваться злоумышленники.

Ключевые слова: сети пятого поколения, архитектура 5G, угрозы, информационная безопасность, уязвимости.

5G NETWORKS: OPPORTUNITIES AND THREATS TO INFORMATION SECURITY

Golosova Yulia Vladimirovna, Vagina Arina Stanislavovna, Taran Ekaterina Alekseevna
KubSTU, Krasnodar, Russia
taran.ea0499@gmail.com

Abstract. The article discusses the architecture of 5G networks, lists its main components and features. The potential risks associated with the introduction of fifth-generation networks for information security are presented. Examples of vulnerabilities in 5G networks that arise due to complex architecture and the use of outdated protocols that can be exploited by intruders are analyzed.

Keywords: fifth generation networks, 5G architecture, threats, information security, vulnerabilities.

Ввиду непрерывного развития цифровых технологий и увеличения объема передаваемых данных применение сетей 5G открывает новые возможности для инновационных технологий. Сети 5G обеспечивают высокую скорость передачи данных, низкую задержку, а также поддержку большого количества подключенных устройств.

Сети пятого поколения (5G) представляют собой следующую ступень эволюции мобильных технологий, обеспечивающую значительный скачок в производительности по сравнению с предыдущими поколениями.

Архитектура 5G разработана для поддержки разнообразных сценариев использования: от высокоскоростного интернета до интернета вещей (IoT) и критически важных приложений. Она состоит из нескольких ключевых компонентов и обладает уникальными особенностями [1-2].

Основные компоненты сети 5G представлены на рис. 1.

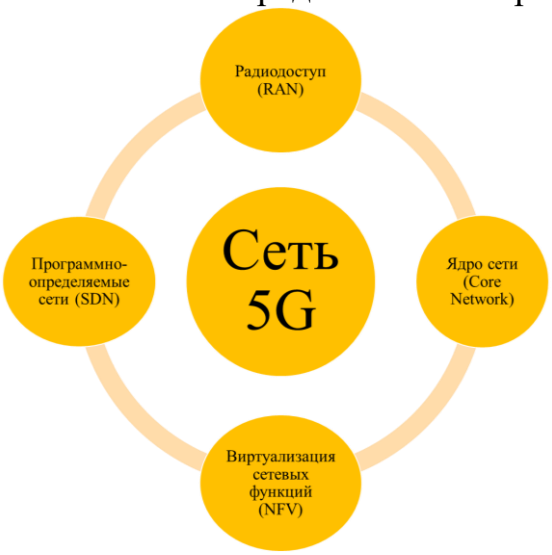


Рис. 1. Основные компоненты сети 5G

Особенностями сетей 5G являются высокая скорость передачи данных (до 10 Гбит/с благодаря широким частотам, модуляции и small cells, подходит для 8K-видео и VR), низкая задержка (около 1 мс для автономного вождения и автоматизации за счет оптимизации протоколов и edge computing), массовое подключение устройств (до 1 млн. устройств/км² через mMTC для умных городов и промышленности) [3].

Архитектура 5G объединяет передовые технологии, такие как виртуализация и программное управление, с улучшенной радиочастью, что позволяет ей отвечать требованиям современного цифрового мира. Эти особенности открывают новые возможности для пользователей и бизнеса, делая 5G основой для будущих инноваций

Наряду с преимуществами использования сетей 5G возникают и новые угрозы информационной безопасности. Основные потенциальные риски для безопасности предоставлены на рис. 2 [4]. К мерам по снижению перечисленных на рис. 2 рисков можно отнести: регулярное обновление и патчинг, использование современных методов шифрования, мониторинг и анализ угроз, обучение и осведомленность сотрудников и др.

Сети 5G открывают новые возможности для скорости и подключения, но их сложная архитектура и унаследованные технологии создают уязвимости, которыми пользуются злоумышленники [5-6].

Одной из ключевых особенностей 5G является механизм Network Slicing (разделение сети), который позволяет операторам создавать виртуальные

сегменты сети для разных задач. Компания AdaptiveMobile выявила уязвимость в механизме Network Slicing. Злоумышленник может захватить один из таких сегментов, например, через слабое место в оборудовании оператора. Оттуда он проникает в другие «срезы», включая те, что обслуживают смартфоны, перехватывая данные о местоположении или запуская атаки на отказ в обслуживании. Для этого достаточно перегрузить сегмент поддельными запросами, нарушив его работу. Пока технология используется не всеми операторами, но её распространение увеличит риск.

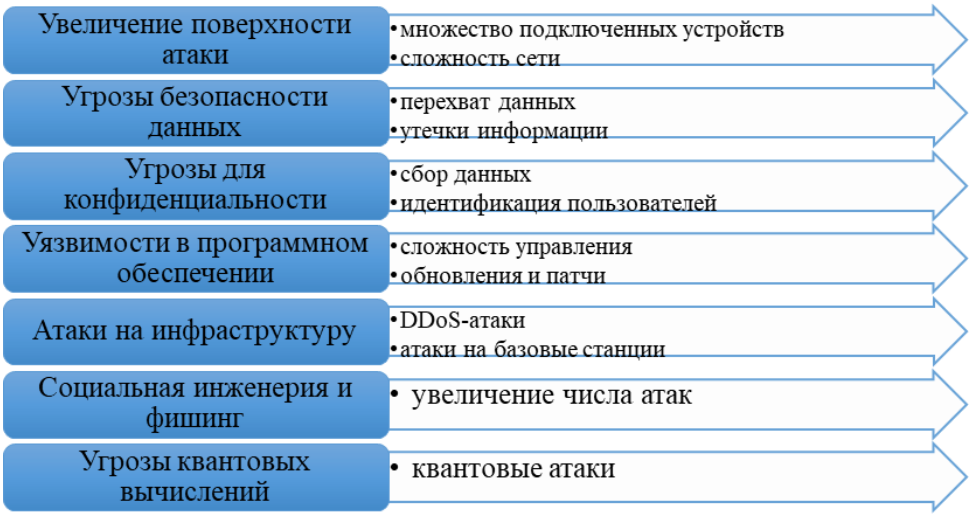


Рис. 2. Потенциальные риски сетей 5G

Протокол BGP (Border Gateway Protocol), используемый для маршрутизации трафика в интернете, остаётся важной частью инфраструктуры 5G. Аналитики Group-IB зафиксировали атаки на данный протокол. Хакеры захватывают пограничный роутер автономной системы, подменяя информацию о принадлежности IP-адресов. Например, они могут объявить, что их сервер принадлежит банку, и перенаправить весь трафик через свои устройства. Это позволяет анализировать или изменять данные, такие как финансовые транзакции. В 2018 году провайдеры из Индонезии и Малайзии пытались перехватить трафик платежных систем, показав, как такие атаки могут масштабироваться в 5G.

Group-IB также исследовала уязвимости протокола SS7, используемого в мобильных сетях для передачи SMS и управления соединениями. Злоумышленник получает доступ к инфраструктуре оператора через слабо защищённый узел и перенаправляет сообщения с кодами двухфакторной аутентификации на своё устройство. В 2019 году клиенты Metro Bank стали жертвами такой схемы, потеряв доступ к счетам. В 5G этот протокол остаётся слабым звеном при взаимодействии с сетями прошлых поколений.

Trend Micro описала атаку Simjacking, использующую устаревшее приложение S@T Browser на SIM-картах. Хакеры отправляют служебное SMS с вредоносным кодом, который заставляет SIM-карту передать местоположение, IMEI или даже набрать номер. В роуминге SIM-карту можно подключить к поддельной вышке, созданной с помощью оборудования вроде USRP. Это открывает путь к прослушиванию звонков или установке вредоносного ПО. В 5G такие атаки опасны из-за массовости подключённых устройств и медленного перехода на новые, более безопасные SIM-карты.

В 5G сетях также существуют проблема идентификации и «шум» в системах обнаружения. Компрометация SIM-карты подрывает систему идентификации в 5G. Взломанное устройство регистрируется в сети как легитимное, используя украденные данные. Хакеры могут создавать «шум», выполняя мелкие подозрительные действия, чтобы системы обнаружения перестали реагировать на реальные угрозы. Со временем это создаёт «слепые зоны», где можно незаметно атаковать данные или устройства.

Таким образом, можно сделать вывод, что сети 5G уязвимы из-за сложной структуры и старых технологий вроде SS7 и SIM-карт. Атаки начинаются с захвата сегментов сети, подмены маршрутов или взлома устройств, часто оставаясь незаметными благодаря их скрытности. На март 2025 года эти угрозы, вероятно, сохраняются, если глобальные стандарты безопасности не были обновлены. Защита требует модернизации протоколов и постоянной проверки устройств, иначе 5G-сети станут мишенью для киберпреступников.

Источники

1. Капустин А.М., Растимешин Г.Д. Безопасность сетей 5G // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Информационная безопасность»: сборник статей III Всероссийской научно-технической конф. Анапа: ФГАУ "Военный инновационный технополис «ЭРА», 2021. С. 334-340.

2. Иманкул М.Н., Мамбет Е.А. Организация сетей 5G // Естественно-гуманитарные исследования. № 19 (1). 2018. С. 6-13.

3. 5G – где и кому он нужен? [Электронный ресурс]. https://habr.com/ru/companies/samsung/articles/452344/ (дата обращения: 20.03.25).

4. Антонова В.М., Кондрашова Д.А., Сухорукова Н.А. Угрозы безопасности сетей 5G // Colloquium-journal. 2021. №1 (88). С. 57-60.

5. Бужин И.Г., Антонова В.М., Миронов Ю.Б., Антонова В.А. Анализ опасных событий и уязвимостей существующих транспортных сетей связи 5G // Труды МАИ. 2022. №123. С. 329-353.

6. Радченко О.Л., Гаязова Е.Э. Проблемы безопасности 5G // Электронная наука. 2021. №2.

УДК 004.42

АНАЛИЗ ТРАФИКА ПРОТОКОЛА HTTPS С ПРИМЕНЕНИЕМ СНИФФЕРА WIRESHARK

Голубничая Екатерина Юрьевна, Оникейчук Денис Дмитриевич, Шиховцова Ирина Андреевна
ФГБОУ ВО «ПГУТИ», г. Самара, Россия
e.golubnichaya@psuti.ru

Аннотация. В статье рассматривается процесс анализа трафика протокола HTTPS с использованием сниффера Wireshark. HTTPS обеспечивает безопасную передачу информации между клиентом и сервером, однако его шифрование создает определенные сложности для анализа трафика. В работе описываются основные этапы подготовки к анализу, а также методы расшифровки трафика. Рассматриваются практические аспекты захвата и анализа HTTPS-трафика, включая фильтрацию пакетов и интерпретацию их содержимого.

Ключевые слова: HTTPS, Wireshark, сниффер, анализ трафика, сетевая безопасность, расшифровка трафика, фильтрация пакетов, TLS.

HTTPS PROTOCOL TRAFFIC ANALYSIS USING WIRESHARK SNIFFER

Golubnichaya Ekaterina Yurievna, Onikeichuk Denis Dmitrievich, Shikhovtsova Irina Andreevna
PGUTI, Samara, Russia
e.golubnichaya@psuti.ru

Abstract. The article discusses the process of analyzing HTTPS protocol traffic using Wireshark sniffer. HTTPS provides secure transmission of information between a client and a server, but its encryption creates certain difficulties for traffic analysis. The paper describes the main stages of preparation for analysis, as well as methods of traffic decryption. Practical aspects of capturing and analyzing HTTPS traffic, including packet filtering and interpretation of its contents, are discussed.

Keywords: HTTPS, Wireshark, sniffer, traffic analysis, network security, traffic decryption, packet filtering, network monitoring, TLS.

HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure) – это расширение протокола HTTP, которое обеспечивает безопасную передачу данных с шифрованием по криптографическому протоколу TLS (Transport Layer Security) [1]. Однако, несмотря на высокий уровень безопасности установления соединения между клиентом и сервером, анализ трафика HTTPS может быть необходим в

различных ситуациях, таких как отладка приложений, мониторинг сетевой активности или выявление проблем с безопасностью. В этой работе будет рассмотрено, каким образом использовать Wireshark [2] для анализа трафика HTTPS. Для анализа трафика использовался сайт колледжа связи Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (https://ks.psuti.ru/). С помощью технологии активной защиты Protect браузера Яндекс можем убедиться, что сайт является полностью безопасным и для передачи данных используется протокол TLSv1.2.

Перед захватом и анализом трафика определим IP-адрес анализируемого сайта с помощью утилиты nslookup командной строки Windows (рис. 1).

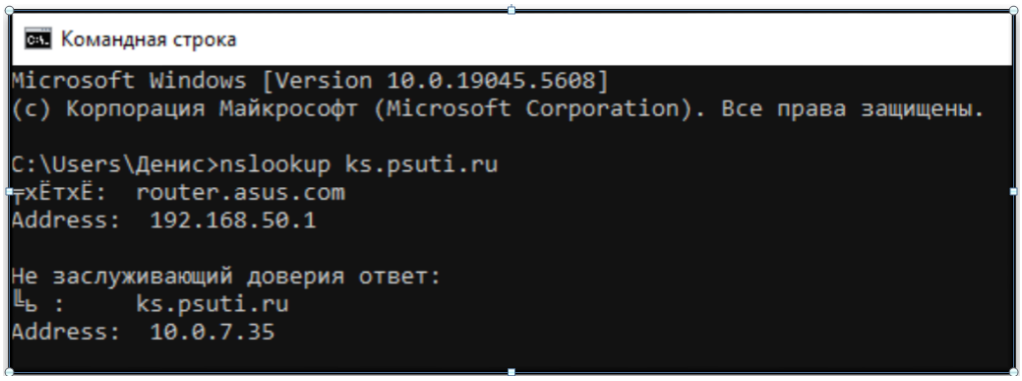


Рис. 1. Определение IP-адреса сайта https://ks.psuti.ru/

Анализируя рис.1 видно, что IP-адрес анализируемого сайта «10.0.7.35».

Перед тем как преступить к захвату и анализу трафика в свойствах браузера Google Chrome необходимо внести изменения, в частности во вкладке «Ярлык» в строке «Объект» необходимо указать путь к имени файла с ключами сессии TLS «*chrome.exe --ssl-version-max=tls1.3 --ssl-key-log-file=D:\logs\keys.log*». Далее необходимо в снифферe Wireshark запустить захват трафика с сетевого адаптера, который в данный момент используется для доступа в сеть Интернет (в нашем случае это адаптер с IP-адресом 192.168.50.2), после чего необходимо открыть браузер Google Chrome через ярлык с изменёнными свойствами, в котором открыть анализируемый сайт. После успешного доступа на анализируемый сайт останавливаем захват трафика и переходим к его анализу.

На рис. 2 представлен результат выполнения фильтра «*tls && ip.addr == 192.168.50.2 && ip.addr == 10.0.7.35*», который отображает все пакеты TLS между клиентом (наш компьютер с IP-адресом «192.168.50.2» и сервером (адрес сайта «10.0.7.35»). Анализируя представленные на рис. 2 результаты фильтрации наглядно видно то, что на сайте https://ks.psuti.ru/ действительно используется TLSv1.2 (как ранее было определено с помощью технологии активной защиты Protect браузера Яндекс).

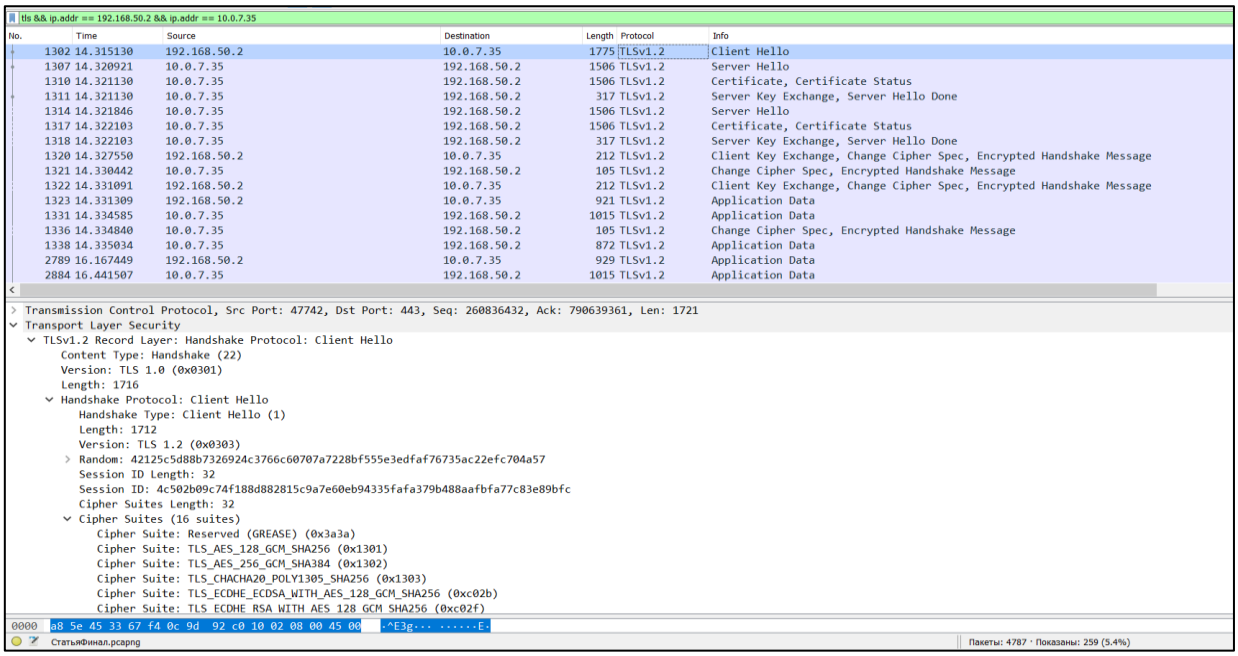


Рис. 2. Пакеты TLS между клиентом (192.168.50.2) и сервером (10.0.7.35)

Как можно увидеть на рис. 2 всего в рамках анализируемого сеанса было захвачено 4787 пакетов из них 259 пакетов удовлетворяет применяемому фильтру, то есть являются пакетами TLS между клиентом и сервером. Также на рис. 2 можно увидеть процесс установления соединения по протоколу TLS (тип сообщений указан в столбце «Info»). Процесс установления соединения начинается с отправки клиентом пакета «Client Hello» серверу, в котором содержится информация о предпочитаемой версии протокола TLS, набора поддерживаемых шифров (Cipher Spec), и случайного простого числа (client random), необходимого в дальнейшем для генерации общего ключа симметричного шифрования. Далее сервер отправляет клиенту пакет «Server Hello», в котором содержится информация о выбранной версии TLS, выбранном наборе шифров, своим случайным простым числом и идентификатором сессии. Необходимо обратить внимание на то, что в TLS используется гибридное шифрование, согласно которому общий ключ для симметричного шифрования данных передается от клиента серверу зашифрованным открытым ключом сервера, после этого сервер может его расшифровать своим закрытым ключом и использовать для обмена данными с клиентом [3].

На рис. 3 представлен график отображающий динамику во времени всех захваченных пакетов и пакетов TLS в рамках анализируемой сессии. Анализируя представленные на рис. 3 результаты, наглядно видно, что пакеты TLS занимают незначительную долю трафика в общем объеме захваченного трафика. В частности пакеты TLS были захвачены в промежуток времени с 15 по 18 секунду, причем основной всплеск пакетов TLS приходится на 16 секунду.

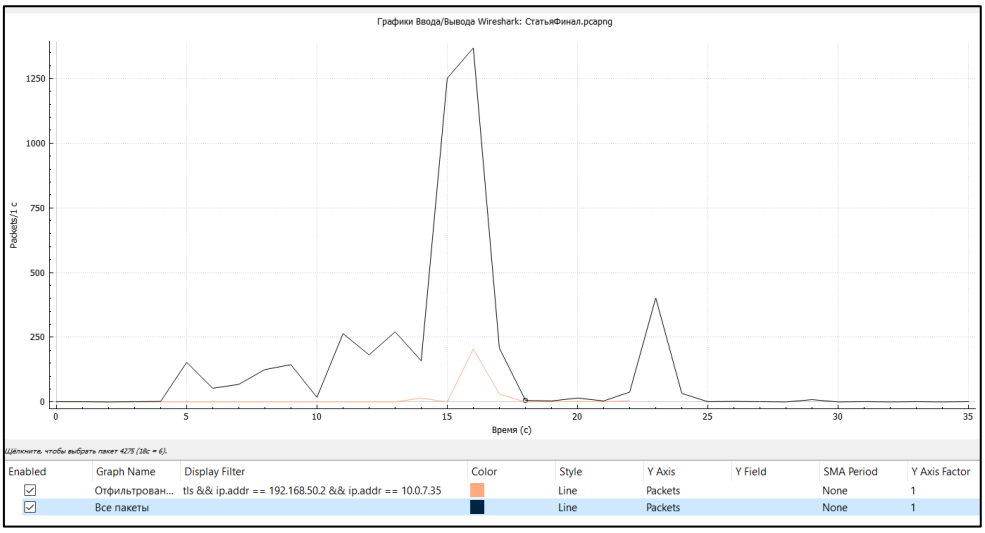


Рис. 3. Динамика всех пакетов и пакетов TLS в рамках анализируемой сессии

Далее переходим к расшифровке трафика, для этого переходим во вкладку «Редактирование», где выбираем «Параметры» –> «Protocols» –> «TLS». Далее в строке «(Pre)-Master-Secret log filename», указываем путь до нужного файла с записанными ключами, который указывали ранее в свойствах браузера (рис. 4). После чего Wireshark отобразит и расшифрует трафик протокола HTTPS, зашифрованный по протоколу TLS.

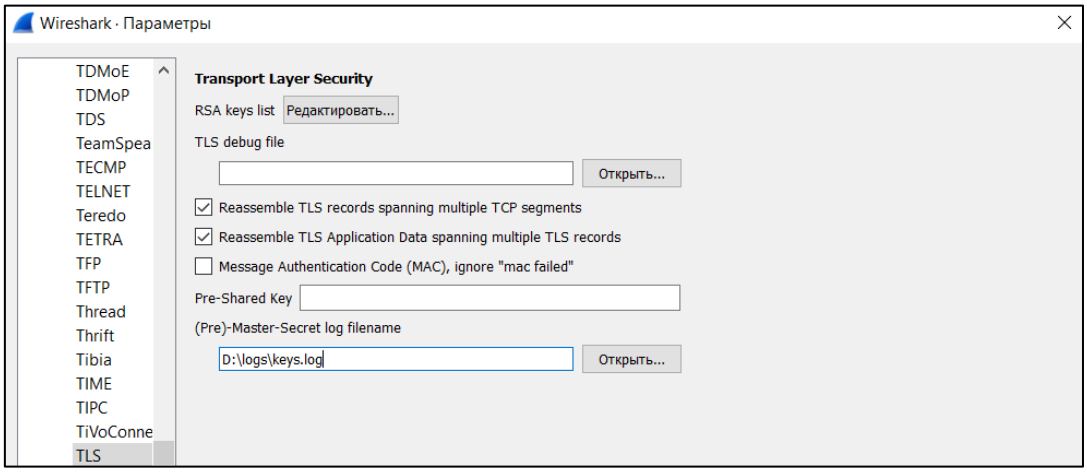


Рис. 4. Настройка расшифровки трафика протокола TLS

Проанализируем самый первый пакет HTTP с методом запроса GET. На рис. 5 видно, что протокол HTTP вложен в протокол TLSv1.2, а тот в свою очередь вложен в TCP и IP. В поле «Encrypted Application Data» находится зашифрованные данные, которые были расшифрованы Wireshark в поле «Hypertext Transfer Protocol» с помощью ранее записанных сеансовых ключей в созданный нами файл с расширением «.log». Таким образом, несмотря на то, что сниффер Wireshark сам по себе не может расшифровывать HTTPS-трафик,

он поддерживает импорт сеансовых ключей, что позволяет провести расшифровку трафику и анализировать трафик.

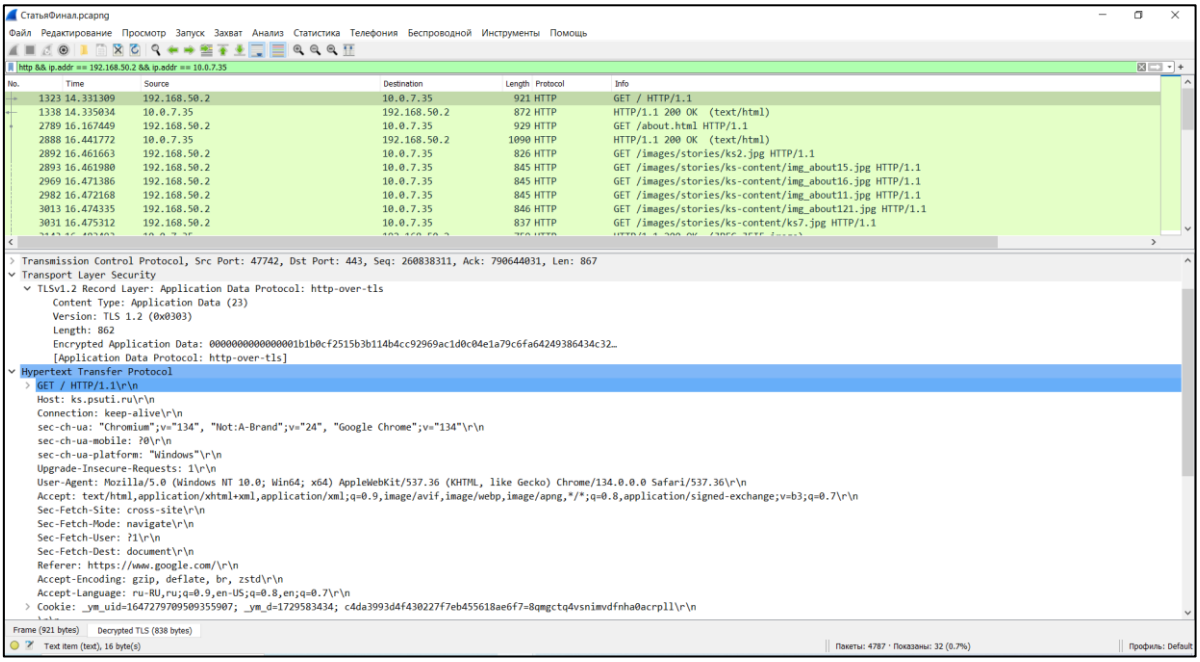


Рис. 5. Результат расшифровки трафика HTTPS в рамках анализируемой сессии (фильтр «http && ip.addr == 192.168.50.2 && ip.addr == 10.0.7.35»

Использование сниффера для анализа трафика позволяет выявлять проблемы с соединением, задержками или ошибками в передаче данных, кроме того анализ трафика помогает выявлять подозрительную активность, такую как атаки типа «человек посередине» (Man-in-the-Middle) или попытки несанкционированного доступа к данным. Однако захват и анализ трафика могут привести к утечке конфиденциальной информации, такой как пароли, номера кредитных карт и личные данные пользователей. Ответственное использование таких инструментов требует соблюдения этических норм и законодательства в области защиты информации.

Источники

1. Основы HTTPS, TLS, SSL [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/articles/593507/ (дата обращения: 20.01.25).

2. Wireshark [Электронный ресурс]. URL: https://www.wireshark.org/download.html (дата обращения: 25.02.25).

3. Способы расшифровки HTTPS-трафика: методы, инструменты, протоколы [Электронный ресурс]. URL: https://www.securitylab.ru/analytics/551380.php (дата обращения: 30.03.25).

УДК 004.056

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ ДЕЗИНФОРМАЦИИ И ЕЕ РАСПРОСТРАНЕНИЮ

Голубничая Екатерина Юрьевна, Щанькин Кирилл Дмитриевич, Сафронова Анастасия Витальевна
ФГБОУ ВО «ПГУТИ», г. Самара, Россия
e.golubnichaya@psuti.ru

Аннотация: В статье рассматривается проблема дезинформации в контексте развития информационных технологий и её влияние на общественное мнение, политические процессы и корпоративную безопасность. Представлены результаты опроса населения направленного на оценку осведомленности граждан о дезинформации, личного опыта с ней и получения предложений по законодательным мерам противодействия. Подчеркивается необходимость комплексного подхода, включающего правовые, образовательные и информационные меры, а также важность взаимодействия государства, гражданского общества и международных организаций для эффективного противодействия дезинформации и защиты демократических ценностей.

Ключевые слова: дезинформация, фейковые новости, медиаграмотность, нормативно-правовая база.

COUNTERING DISINFORMATION AND ITS SPREAD

Golubnichaya Ekaterina Yurievna, Shankin Kirill Dmitrievich, Safronova Anastasia Vitalievna
PGUTI, Samara, Russia.
e.golubnichaya@psuti.ru

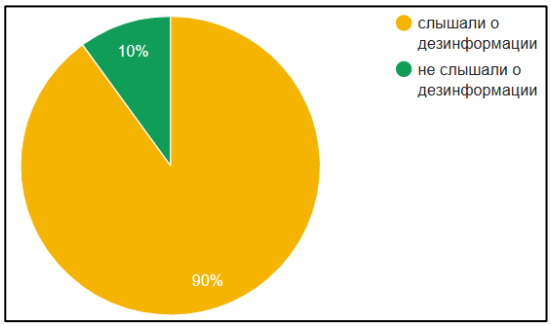
Abstract. The article examines the problem of disinformation in the context of information technology development and its impact on public opinion, political processes and corporate security. The results of a population survey aimed at assessing citizens' awareness of disinformation, personal experience with it, and receiving proposals for legislative countermeasures are presented. The need for an integrated approach, including legal, educational and informational measures, is emphasized, as well as the importance of interaction between the state, civil society and international organizations to effectively counter disinformation and protect democratic values.

Keywords: disinformation, fake news, media literacy, regulatory framework.

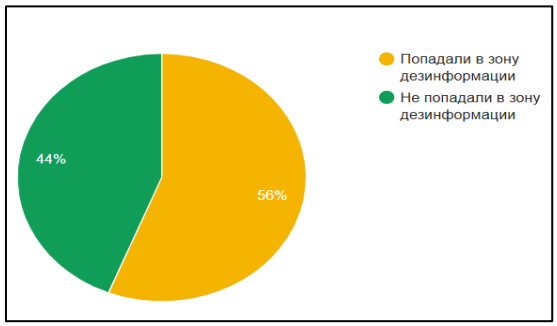
В эпоху цифровых технологий, когда информация распространяется мгновенно и без разрыва границ, вопрос дезинформации приобретает все большую актуальность. По материалам АНО «Диалог», 64% граждан России сталкиваются с дезинформацией в интернете хотя бы раз в неделю [1]. Этот тревожный показатель свидетельствует об острой необходимости создания

действенных механизмов борьбы с фейками и манипуляциями. Но радует и рост осведомленности людей о фактчекинге, что образует благоприятную среду для усиления медиаграмотности.

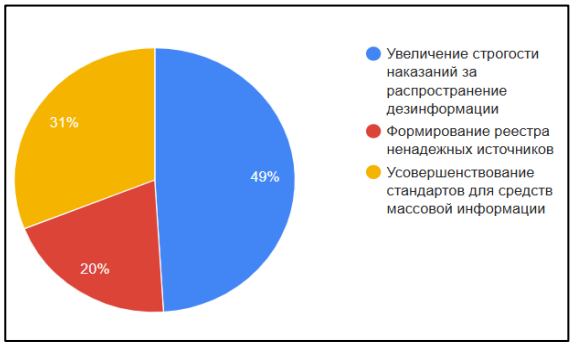
В целях исследования роли дезинформации в современном обществе в рамках данной работы был проведен опрос 100 человек направленный на оценку осведомленности граждан о дезинформации, личного опыта и получения предложений по законодательным мерам противодействия (рис. 1).



а)



б)



в)

Рис. 1. Результаты исследования по опросу населения: (а) ответы на вопрос «Слышали ли вы о дезинформации?»; (б) ответы на вопрос «Попадали ли вы в зону дезинформации?»; (в) ответы на вопрос «Какие законодательные действия могли бы сократить распространение дезинформации на территории страны?»

Анализируя результаты опроса населения наглядно видно, что значительный процент граждан осведомлен о существующей проблеме связанной с дезинформацией и сталкивались с фейками. Дезинформация, проявляющаяся в виде фейковых новостей, поддельных изображений и вирусных кампаний, все чаще используется для воздействия на общественное мнение, политические процессы и корпоративную безопасность.

Одним из ключевых направлений противодействия дезинформации является развитие законодательства и правового контроля. В России уже приняты меры, направленные на борьбу с распространением фейков. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации,

информационных технологиях и о защите информации» дает определение «фейковым новостям», как «заведомо ложной общественно важной информации, которая распространяется под видом достоверных сообщений и создает определенную угрозу жизни, здоровью граждан, их имуществу, общественному порядку и общественной безопасности» [2].

Особое внимание уделяется противодействию распространения ложной информации о действиях российских военных, участвующих в СВО. В марте 2022 г. были подписаны федеральные законы, вносящие поправки в Уголовный, Уголовно-процессуальный кодексы и Кодекс об административных правонарушениях с наказанием за ложную информацию и дискредитацию Вооруженных Сил Российской Федерации, а также за призывы к санкциям против России. В частности, ст. 207.3 УК РФ устанавливает ответственность за «Публичное распространение заведомо ложной информации об использовании Вооруженных Сил РФ», а ст. 280.3 УК РФ – за «Публичные действия, направленные на дискредитацию использования Вооруженных Сил РФ» [2].

Противодействие распространению «фейковой» информации должно рассматриваться как «цельная, взаимосвязанная деятельность всей системы государственных органов, направленная на гармоничное экономическое, духовное и социальное развитие общества, реализацию национальных интересов Российской Федерации» [3]. Это требует комплексного подхода, включающего как законодательные меры, так и активное взаимодействие с гражданским обществом и медиа.

В марте 2022 года вступил в силу Федеральный закон № 32-ФЗ, устанавливающий уголовную ответственность за публичное распространение заведомо ложной информации, содержащей данные об использовании Вооружённых Сил в целях защиты интересов государства и поддержания международного мира. Это законодательно закрепляет ответственность за дезинформацию, что является важным шагом в борьбе с ней.

Государство осуществляет контроль за информационным пространством, пресекая распространение заведомо ложной информации о мероприятиях, проводимых силовыми структурами в интересах безопасности государства и общества. Последнее включает в себя мониторинг социальных сетей и других медиа, а также взаимодействие с платформами для удаления недостоверного контента.

Международный опыт показывает, что многие страны принимают меры по борьбе с «фейковыми новостями». В Германии, например, действует Закон «Net Enforcement Act (NetzDG)», который устанавливает ответственность для владельцев социальных сетей за несвоевременное удаление незаконного контента. Это законодательство требует от платформ активных действий по

мониторингу и удалению дезинформации, что подчеркивает важность их роли в обеспечении информационной безопасности.

Тем не менее, как отмечают эксперты, «многие национальные законы оцениваются как попытки установления жесткой цензуры» [4]. Это вызывает опасения по поводу возможного злоупотребления властью и ограничения свободы слова. Важно, чтобы законодательные инициативы были сбалансированными и не нарушали права граждан. Эффективное противодействие дезинформации требует четкого понимания границ между защитой информации и свободой выражения мнений.

Необходимость объединения усилий по противодействию дезинформации особенно остро проявилась на фоне пандемии коронавируса. Для борьбы с распространением недостоверной информации о коронавирусе ООН и ВОЗ создали «Команду разрушителей мифов», объединившую представителей крупнейших интернет-провайдеров и социальных сетей. Это показывает, что только совместные усилия могут привести к эффективным результатам в борьбе с дезинформацией.

Важным аспектом является необходимость создания независимых и свободных средств массовой информации. Государствам рекомендуется «не вводить ограничения, а поощрять и защищать свободные и независимые СМИ, максимально повышать прозрачность и доступ к информации». Свободные СМИ играют ключевую роль в обеспечении общественного контроля и информировании граждан о происходящих событиях. Они должны иметь возможность свободно проверять факты и опровергать дезинформацию, не опасаясь репрессий.

Образование играет ключевую роль в противодействии дезинформации. Включение курсов по медиаграмотности и критическому мышлению в образовательные программы на всех уровнях, начиная со школы и заканчивая высшими учебными заведениями, поможет формировать у граждан навыки анализа информации. Организация тренингов и семинаров для журналистов, блогеров и других лиц, занимающихся созданием и распространением информации, по вопросам этики и проверки фактов также будет способствовать повышению качества информации.

Усиление ответственности за распространение дезинформации также является важным аспектом. Разработка и принятие законодательства, устанавливающего ответственность за распространение дезинформации, должны быть сбалансированными и не угрожать свободе слова. Введение административных и уголовных наказаний за распространение дезинформации, которая наносит вред обществу, например, подрывает доверие к вакцинации или разжигает ненависть, может стать эффективным инструментом. Использование

системы штрафов для социальных сетей и онлайн-платформ, которые не удаляют дезинформацию, также может способствовать улучшению ситуации.

Взаимодействие с социальными сетями и онлайн-платформами также требует внимания. Разработка кодексов поведения и правил, обязывающих социальные сети принимать меры по предотвращению распространения дезинформации, может стать важным шагом. Создание механизмов для удаления или маркировки дезинформации, а также для приостановки аккаунтов, которые систематически распространяют ложную информацию, поможет улучшить качество информации в интернете. Примером может служить создание системы «верифицированных» аккаунтов для журналистов и экспертов, что позволит пользователям легче отличать их от фейковых аккаунтов.

Таким образом, разработка нормативно-правовой базы для противодействия дезинформации требует комплексного подхода, который включает правовые, образовательные и информационные меры. Только совместными усилиями государств, гражданского общества и международных организаций можно создать эффективную систему, способную противостоять угрозам, связанным с дезинформацией, и защитить демократические ценности.

Источники

1. 64% россиян сталкиваются с фейками в интернете раз в неделю и чаще [Электронный ресурс]. URL: https://dialog.info/64-rossiyan-stalkivajutsya-s-fejkami-v-internete-raz-v-nedelju-i-chashhe/ (дата обращения: 01.02.25).

2. Дезинформация: анализ, последствия и противодействие [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/3GVjeZ (дата обращения: 01.02.25).

3. Противодействие распространению «фейковой» информации в вопросах обеспечения безопасности: функция государства в современных условиях [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/3GVjgS (дата обращения: 15.02.25).

4. Борьба с дезинформацией [Электронный ресурс]. URL: https://www.un.org/ru/countering-disinformation (дата обращения: 10.03.25).

УДК 004.056

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ DEVSECOPS

Гульмамедов Нариман Вахитович, Корниенко Анатолий Адамович, Барабанщикова Мария Николаевна
ФГБОУ ВО «ПГУПС», г. Санкт-Петербург, Россия
whatever@center-dom.info

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки программного обеспечения с точки зрения информационной безопасности. Определяется важность включения защиты информации на каждом этапе жизненного цикла программного обеспечения, а также выделяются ключевые принципы, такие как конфиденциальность, целостность и доступность информации. Проводится анализ современных рисков и угроз, которые связаны с автоматизацией процессов разработки и выделяются потенциальные уязвимости, возникающие при недостаточном внимании к вопросам информационной безопасности. Рассматриваются технические подходы к обеспечению информационной безопасности путем применения методик и инструментов методологии DevSecOps.

Ключевые слова: информационная безопасность, процесс, жизненный цикл программного обеспечения, защитные меры, уязвимость, методология DevSecOps.

IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF INFORMATION PROTECTION IN SOFTWARE DEVELOPMENT USING THE DEVSECOPS METHODOLOGY

Gulmamedov Nariman Vakhitovich, Kornienko Anatoly Adamovich, Barabanshchikova Maria Nikolaevna
PGUPS, St. Petersburg, Russia
whatever@center-dom.info

Annotation. The article examines the process of software development from the point of view of information security. The importance of including information protection at each stage of the software lifecycle is determined, and key principles such as confidentiality, integrity, and accessibility of information are highlighted. The analysis of modern risks and threats associated with the automation of development processes is carried out and potential vulnerabilities arising from insufficient attention to information security issues are highlighted. The article discusses technical approaches to ensuring information security through the use of techniques and tools of the DevSecOps methodology.

Keywords: information security, process, software lifecycle, security measures, vulnerability, DevOps methodology.

Основные угрозы при разработке программного обеспечения

По данным экспертно-аналитического центра ГК «ИнфоВотч» в 2023 году было зарегистрировано около 11550 утечек информации [1]. За 2022 год было зарегистрировано около 7140 произошедших в мире утечек информации.

Количество случаев, связанных с попытками получить доступ к коммерческой тайне, также значительно увеличилось за 2023 год. В сравнении с 2022 годом, число инцидентов выросло более чем в три раза. Утечка коммерческой тайны может привести к серьёзным последствиям для организаций, особенно в критически важных отраслях промышленности и информационных технологиях.

Ниже приведены основные угрозы информационной безопасности [2], возникающие при разработке программного обеспечения:

– Использование некачественного технического задания к ПО, не отвечающая требованиям политик;

– Несоблюдение требований безопасности, а также раскрытие информации о продукте и об архитектуре ПО;

– Раскрытие информации о программном обеспечении, его основных компонентах и интеллектуальной собственности (исходном коде, графическом представлении) вследствие компрометации;

– Использование сторонних компонентов и инструментов разработки из ненадежных, непроверенных источников, что может привести к появлению уязвимостей в ПО;

– Разглашение информации в процессе тестирования на безопасность может привести к раскрытию слабых мест в ПО и обнаружению уязвимостей;

– При обновлении версии продукта могут быть обнаружены новые уязвимости появившиеся в процессе разработки.

Выделим действия сотрудников в две категории: умышленные и непреднамеренные (случайные).

Под умышленным причинении ущерба или раскрытии конфиденциальной информации понимается осознанное намерение получить определенный результат, который не был предусмотрен обязанностями сотрудника.

Непреднамеренные ошибки наиболее часто происходят случайно, последствия которых осознаются только после их совершения. К подобным действиям можно отнести: установку ПО из ненадежного источника, веб-серфинг и прочее. На рисунке 1 представлен график распределения утечек

информации внутреннего характера по случайным и умышленным нарушениям за 2022 - 2023 года.

Рис. 1. Распределение утечек информации внутреннего характера по типу умысла в мире, 2022-2023 год

Правовые, организационные и технические меры защиты информации.

Правовые меры включают в себя написание методических рекомендаций и создание нормативно-правовой базы.

Организационные меры — это список внутренних процедур и правил организации, служащих для исключения внутренних и внешних угроз.

Совокупность технических средств защиты информации, таких как программно-аппаратные, технические, криптографические методы и средства служит комплексному подходу к обеспечению безопасности организации.

Современный процесс разработки программного обеспечения состоит из стадий: планирование, проектирование, разработка, тестирование и развертывание. Эти стадии выполняются последовательно и могут занимать несколько месяцев. При этом вопросы безопасности рассматриваются только на завершающих этапах.

Для решения этой проблемы можно воспользоваться методологией DevOps, ускоряя выпуск обновлений за счет внедрения непрерывной интеграции и доставки нового кода клиентам. При этом в процесс разработки внедряются автоматизированные средства для тестирования кода, в том числе на безопасность.

Подход DevSecOps (Разработка, Безопасность, Эксплуатация) является модифицированной моделью DevOps, и представляет собой концепцию, которая включает вопросы безопасности на всех этапах создания программного обеспечения. Преимуществом данного метода является решение вопросов безопасности еще на начальном этапе развития проекта и поддерживается в течении всего цикла.

Технические подходы к обеспечению информационной безопасности.

Применение методик и инструментов безопасной разработки, также известных как DevSecOps, является набором процессов и процедур, охватывающих весь жизненный цикл разработки нового программного продукта. Эти методики включают следующие стадии, представленные на рисунке 2.

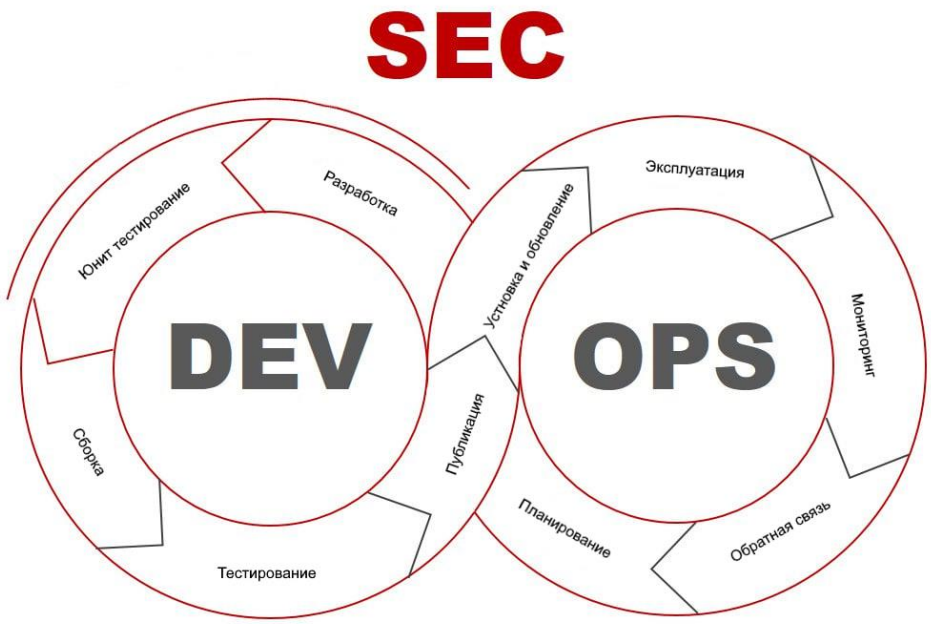


Рис. 2. Визуальное представление процесса разработки

– Планирование. Выделяют: разработка плана, анализ требований, моделирование угроз, политики безопасности;

– Разработка. В данную стадию включают: разработку требований к программному обеспечению, проектирование архитектуры, написание кода в соответствии с требованиями;

– Юнит – тестирование;

– Сборка. В данную стадию входит: анализ структуры программного обеспечения, статическое тестирование безопасности;

– Публикация включает в себя: утверждение рабочего процесса, динамическое тестирование безопасности;

– Установка и обновление. ПО поддерживается и обновляется до новых версий;

– Эксплуатация продукта;

– Мониторинг и обратная связь.

Применение инструментов для изучения безопасности исходного кода включает методы, такие как статический анализ безопасности приложений (SAST) и динамическое тестирование безопасности приложений (DAST),

позволяет вовремя выявлять уязвимости, ошибки и недекларированные возможности [3].

Информация, включая исходный код, может передаваться различными способами, например в виде: электронных документов, отсканированных изображений, текста сообщений, таблиц; в архивах и др.

Поэтому важно контролировать различные форматы передачи данных и каналы коммуникаций. Для этого можно использовать решения класса Data Leak Prevention (DLP), которые предотвращают утечку информации за пределы организации. Система DLP может помочь предотвратить случайную или злонамеренную передачу информации третьей стороне, которая может привести к утечке разработок [3].

Заключение.

В данной работе были рассмотрены методы обеспечения информационной безопасности, которые могут быть применены к процессу разработки ПО. Определены слабые места в процессе разработки и доказана необходимость внедрения информационной безопасности в непрерывную интеграцию и доставку на начальных этапах разработки. Применение новых практик будет способствовать обеспечению прозрачного процесса разработки и выполнения требований по части информационной безопасности. Рассмотрен процесс разработки ПО с внедрением методологии DevSecOps.

Источники

1. Сайт Infowatch /Аналитический отчет Утечки информации в мире, 2022-2023 годы [Электронный ресурс]. / Режим доступа [Исследование утечек информации в мире за 2022-2023 годы (infowatch.ru)] (дата обращения 07.12.2024).

2. ГОСТ Р 56939—2016 «Защита информации. Разработка безопасного программного обеспечения».

3. Сайт Solar / Обеспечение безопасности исходного кода [Электронный ресурс]. Режим доступа [https://rt-solar.ru/products/solar_dozor/blog/3423/] (дата обращения 07.12.2024).

УДК 004.9

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В ЭПОХУ IOT: ЗАЩИТА УМНЫХ УСТРОЙСТВ И СЕТЕЙ

Данилова Анна Алексеевна, Кривоносова Наталья Викторовна
ФГБОУ «СПбГУТ», г. Санкт-Петербург, Россия
smolyanova55@icloud.com

Аннотация: в статье рассматривается проблема информационной безопасности в эпоху интернета вещей (IoT). Описываются основные угрозы и уязвимости, связанные с кибербезопасностью умных устройств и сетей. Анализируются методы и технологии защиты от этих угроз, а также роль государства и бизнеса в обеспечении информационной безопасности.

Ключевые слова: информационная безопасность, кибербезопасность, интернет вещей (IoT), умные устройства, сети, угрозы, кибератаки.

INFORMATION SECURITY. CYBERSECURITY IN THE IOT ERA: PROTECTING SMART DEVICES AND NETWORKS

Danilova Anna Alekseevna, Krivonosova Natalya Viktorovna
SPbSUT, St. Petersburg, Russia
smolyanova55@icloud.com

Abstract: The article discusses the problem of information security in the era of the Internet of Things (IoT). The main threats and vulnerabilities related to the cybersecurity of smart devices and networks are described. Methods and technologies of protection against these threats, as well as the role of the state and business in ensuring information security, are analyzed.

Keywords: information security, cybersecurity, Internet of Things (IoT), smart devices, networks, threats, cyberattacks.

Концепция интернета вещей выходит далеко за рамки привычных нам компьютеров и смартфонов. Фактически, любое электронное устройство с функцией включения и выключения может получить доступ к сети и стать полноценным участником экосистемы интернета вещей.

Масштабность этой системы поражает: она аккумулирует колоссальные массивы информации о пользователях, что объясняется многообразием вовлечённых в неё предметов. К сожалению, такой объём данных представляет собой привлекательную мишень для киберпреступников, которые постоянно

ищут способы взлома устройств и получения несанкционированного доступа к информации.

Тенденция к увеличению числа подключённых гаджетов создаёт дополнительные риски, поскольку каждый новый девайс может стать потенциальной точкой входа для злоумышленников в общую систему.

Угрозы безопасности в сфере интернета вещей способны спровоцировать серьёзные проблемы. Причина в том, что интернет вещей объединяет как цифровые, так и реальные системы.

Злоумышленники могут получить доступ к автомобилю с подключением к интернету и деактивировать важные системы безопасности. Атаки на промышленный интернет вещей грозят серьёзными разрушениями. В медицинской сфере взлом устройств может привести к утечке личных данных пациентов и поставить под угрозу их здоровье. Если же хакеры взломают системы умного дома, они смогут управлять жилищем и его автоматикой.

Одна из крупных кибератак произошла с использованием червя Mirai, который в 2016 году захватил почти 500 тыс. устройств: маршрутизаторов, DVR-систем, IP-камер и т.д. А затем, создав из них ботнет, организовал DDos-атаку на DNC-провайдера. В результате наблюдались сбои в работе таких крупных сервисов и сайтов, как Spotify, Netflix, PayPal, Xbox Live, BBC, Github.

В 2018 г. в 50 странах более 500 тыс. сетевых устройств (в основном, роутеров) было заражено вредоносным ПО VPNFilter. Этот зловред может собирать конфиденциальную информацию и вмешиваться в сетевой трафик, проходящий через заражённый роутер, например, блокировать его.

В 2020 г. в даркнете появился список учётных данных Telnet для более 515 тыс. серверов, домашних маршрутизаторов и IoT-устройств. В них содержатся IP-адреса, логины и пароли для сервиса Telnet — протокола для удалённого доступа, позволяющего контролировать устройства через интернет.

В 2020 году эксперт по кибербезопасности взломал Tesla Model X менее чем за две минуты, воспользовавшись уязвимостью Bluetooth. Аналогичным атакам также подверглись другие автомобили, для открытия и запуска которых используются беспроводные ключи [1].

В 2021 году швейцарские хакеры получили доступ к 150 000 прямых трансляций с камер компании Verkada. Это были камеры наблюдения внутри зданий государственных организаций, таких как школы, больницы, тюрьмы, и частных компаний [2].

По данным первого ежегодного отчета, подготовленного командой F6, ведущего разработчика технологий для борьбы с киберпреступностью, в 2024 году почти в два раза увеличилось число прогосударственных APT-групп, атакующих цели в России. Выросло количество кибератак программ-вымогателей. DDoS-атаки становились мощнее. Количество утечек баз данных

у отечественных компаний побило рекорд 2023 года. На фоне геополитической нестабильности пробудилось «древнее зло» — активизировались старые криминальные группы Buhtrap и OldGremlin, наблюдались всплески кибератак на пользователей Android. Финансовый ущерб от деятельности мошенников, в первую очередь телефонных, достиг космического размаха.

В то же время трансформировался привычный для исследователей ландшафт киберугроз. Размываются границы классификации преступных групп — хактивистов, прогосударственных хакеров, киберкриминала. Хактивисты-диверсанты атакуют госорганы и компании России, используя в атаках программы-шифровальщики. У русскоговорящих преступников полностью снимается или размывается правило «не работаем по Ру» (то есть не атакуем Россию): в андеграунде можно найти выставленные на продажу базы данных и корпоративные доступы в инфраструктуру компаний из стран СНГ [3].

Киберпреступники активно эксплуатируют уязвимости устройств интернета вещей.

Производители часто пренебрегают вопросами безопасности при создании таких устройств, а регулярные обновления выходят далеко не для всех гаджетов.

Многие пользователи не осведомлены о необходимости смены предустановленных паролей, которые часто бывают очень простыми. Эта беспечность позволяет злоумышленникам быстро подбирать пароли и получать доступ к устройствам для выполнения вредоносных команд и запуска вредоносного программного обеспечения. Ситуация осложняется тем, что некоторые производители устанавливают на IoT-устройствах пароли, которые невозможно изменить.

Рост популярности интернета вещей спровоцировал появление специализированных вредоносных программ. Среди них особенно выделяются программы-вымогатели и ПО для создания ботнетов, предназначенных для проведения DDoS-атак.

При этом многие пользователи даже не подозревают о том, что их устройства постоянно собирают личные данные. Ситуация осложняется тем, что защитные механизмы во многих IoT-устройствах либо отсутствуют, либо крайне слабы. С увеличением числа домашних устройств интернета вещей, объединенных в единую сеть, взлом одного девайса создает риски для всей системы [4].

DDoS-ботнеты нацелены на захват полного контроля над любыми IoT-устройствами, чтобы впоследствии использовать их для организации массированных DDoS-атак. Программы-вымогатели, в свою очередь, атакуют устройства с пользовательскими данными, блокируют доступ к ним и требуют выкуп за восстановление работоспособности системы.

Злоумышленники используют DNS changer для перенаправления пользователей, которые подключаются к IoT-устройствам, на фишинговые сайты или ресурсы с вредоносными файлами.

Прокси-боты превращают устройства в прокси-серверы, которые применяются для рассылки спама, обхода систем защиты от мошенничества и проведения сетевых атак. Это существенно затрудняет выявление киберпреступников.

Чтобы устройства интернета вещей были в безопасности, надо соблюдать простые правила.

Правильная настройка домашней Wi-Fi сети: надёжный пароль и надёжное шифрование, фильтр MAC-адресов. Изменение имени устройства сразу после настройки — чтобы киберпреступникам было сложнее определить модель.

Изменение установленного по умолчанию пароля. Создание надёжного пароля и регулярная его замена. Надежный пароль является длинным – состоит не менее чем из 12 символов, а в идеале больше, и содержит сочетание заглавных и строчных букв, специальных символов и цифр. Он не должен быть очевидным – в пароле не должны использоваться комбинации последовательных цифр (1234) и личная информация, которую можно угадать, например, дата рождения или имя домашнего животного. Менеджер паролей помогает контролировать учетные данные для входа.

Запрет использования одинаковых паролей на разных устройствах.

Использование многофакторной аутентификации для доступа к устройству.

Своевременная установка обновления программного обеспечения устройства.

Изучение политики конфиденциальности, особенно в отношении использования личных данных. Проверка параметров конфиденциальности, отключение тех разрешений, которые считаете лишними.

Использование надежного метода шифрования Wi-Fi

Выбор в параметрах роутера надежного метода шифрования, например, WPA2 и выше, поможет обеспечить безопасность сети и передаваемых данных. Предыдущие версии WPA и WEP уязвимы для атак методом подбора пароля.

Настройка гостевой сети

Если позволяет роутер, рекомендуется создать гостевую беспроводную сеть, также использующую протоколы WPA2 и выше и защищенную надежным паролем. До подключения к вашей сети они могли использовать устройства, скомпрометированные или зараженные вредоносными программами, поэтому использование гостевой сети помогает повысить общую безопасность домашней сети [5].

Соблюдение осторожности при использовании публичных сетей Wi-Fi.

Возможно, при нахождении вне дома, например, в кафе, торговом центре или аэропорту, возникает необходимость управлять устройствами интернета вещей через мобильное устройство. Важно не забывать о рисках безопасности, связанных с использованием публичных сетей Wi-Fi. Один из способов снизить эти риски – использование VPN.

Соблюдение кибербезопасности и следование передовым методам обеспечения защиты интернета вещей позволит пользователям минимизировать риски.

Источники

1. [Электронный ресурс] https://www.computerweekly.com/news/252492564/Belgian-security-researcher-hacks-Tesla-with-Raspberry-Pi (дата обращения: 17.03.2025).
2. [Электронный ресурс] https://www.computerweekly.com/news/252497593/Attack-on-surveillance-cameras-a-warning-over-security-ethics (дата обращения: 17.03.2025).
3. [Электронный ресурс] https://www.f6.ru/docs/report/f6-cybercrime-trends-annual-report-2024-2025.pdf (дата обращения: 17.03.2025).
4. [Электронный ресурс] https://www.kaspersky.ru/resource-center/preemptive-safety/best-practices-for-iot-security (дата обращения: 17.03.2025).
5. [Электронный ресурс] https://www.sberbank.ru/ru/person/kibrary/articles/kak-zashchitit-umnye-ustrojstva-ot-kiberprestupnikov (дата обращения: 17.03.2025).

УДК 004

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ УМНОГО ДОМА: РИСКИ И УЯЗВИМОСТИ IOT

Дронина Александра Александровна, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
aleksandradronina@yandex.ru, zarrimma@mail.ru

Аннотация. Умные дома с устройствами интернета вещей (IoT) уязвимы к кибератакам из-за слабой защиты. В статье рассматриваются основные угрозы: стандартные пароли, отсутствие шифрования, устаревшие прошивки. Анализируется ботнет Mirai, атакующий через IoT-устройства, и предлагаются меры защиты: смена паролей, обновление ПО, сегментация сети.

Ключевые слова: IoT-безопасность, умный дом, кибератаки, ботнет Mirai, защита устройств, уязвимости.

SMART HOME SECURITY ANALYSIS: IOT RISKS AND VULNERABILITIES

Dronina Alexandra Alexandrovna, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
aleksandradronina@yandex.ru, zarrimma@mail.ru

Annotation. Smart homes with Internet of Things (IoT) devices are vulnerable to cyber attacks due to weak protection. The article discusses the main threats: standard passwords, lack of encryption, outdated firmware. The Mirai botnet attacking through IoT devices is analyzed, and protection measures are proposed: password change, software update, network segmentation.

Keywords: IoT security, smart home, cyber attacks, Mirai botnet, device protection, vulnerabilities.

Современные умные дома оснащены множеством IoT-устройств: камерами видеонаблюдения, умными розетками, голосовыми помощниками и другими подключенными гаджетами. Несмотря на удобство, эти устройства часто обладают критическими уязвимостями, делая их легкой мишенью для злоумышленников. Исследования показывают, что более 50% IoT-устройств имеют слабую защиту, что позволяет хакерам получать несанкционированный доступ, создавать ботнеты или красть персональные данные [1].

Современные IoT-устройства демонстрируют ряд системных уязвимостей, которые регулярно эксплуатируются злоумышленниками.

Наиболее распространенной проблемой остается использование производителями стандартных учетных данных, таких как распространенные комбинации "admin:admin" или "root:12345". Подобная практика существенно упрощает процесс несанкционированного доступа, позволяя злоумышленникам автоматизировать атаки на тысячи устройств одновременно.

Серьезную проблему представляет отсутствие надежного шифрования передаваемых данных во многих IoT-решениях. Особенно это касается бюджетных устройств видеонаблюдения и систем умного дома, где передача видеопотока и другой конфиденциальной информации часто осуществляется в открытом виде. Такая уязвимость позволяет злоумышленникам перехватывать приватные данные пользователей даже без прямого доступа к устройству.

Проблема устаревшего программного обеспечения остается одной из наиболее острых в сфере IoT-безопасности [2]. Многие производители либо не выпускают своевременные обновления безопасности, либо вообще прекращают поддержку устройств через короткий период после их выпуска. Это приводит к ситуации, когда тысячи устройств продолжают работать с известными и эксплуатируемыми уязвимостями.

Одним из самых известных примеров эксплуатации уязвимостей IoT является ботнет Mirai, который в 2016 году атаковал DNS-провайдера, вызвав масштабные перебои в работе Twitter, Netflix и других сервисов. Ботнет состоял из сотен тысяч зараженных камер и маршрутизаторов, которые использовались для DDoS-атак.

Другим примером является взлом умных камер видеонаблюдения, когда злоумышленники получали доступ к приватным записям и транслировали их в открытый доступ. Подобные инциденты демонстрируют, что недостаточная защита IoT-устройств может привести не только к техническим проблемам, но и к нарушению конфиденциальности пользователей [3-5]. Не менее тревожными являются случаи несанкционированного доступа к системам домашнего видеонаблюдения. Злоумышленники получают контроль над камерами наблюдения, используя либо стандартные учетные данные, либо известные уязвимости в прошивках. Подобные инциденты не только нарушают конфиденциальность пользователей, но и создают серьезные психологические последствия, подрывая доверие к IoT-технологиям в целом [6].

Обеспечение безопасности умного дома требует комплексного подхода, начинающегося с базовых мер защиты. Первоочередной задачей является обязательная замена стандартных учетных данных на сложные уникальные пароли, желательно с использованием менеджеров паролей для их безопасного хранения. Особое внимание следует уделять регулярному обновлению прошивок всех IoT-устройств, даже если производитель не напоминает о доступности обновлений [7-9].

Сетевые настройки играют ключевую роль в защите IoT-инфраструктуры. Рекомендуется отключать неиспользуемые сетевые сервисы, такие как Telnet или SSH, если они не требуются для функционирования устройства. Дополнительную безопасность обеспечивает выделение IoT-устройств в отдельный сегмент сети, что позволяет ограничить потенциальный ущерб в случае компрометации одного из компонентов системы [10].

Перспективным направлением является внедрение механизмов двухфакторной аутентификации для критически важных устройств. Хотя эта функция пока поддерживается не всеми производителями, ее наличие существенно повышает уровень защиты от несанкционированного доступа. Дополнительную безопасность обеспечивают специализированные решения для мониторинга активности IoT-устройств, позволяющие своевременно обнаруживать подозрительное поведение [10-13].

Безопасность умного дома остается актуальной проблемой из-за распространенности уязвимых IoT-устройств. Хакеры активно эксплуатируют слабые места, создавая ботнеты и получая доступ к конфиденциальным данным. Чтобы минимизировать риски, пользователи должны соблюдать базовые меры защиты: менять пароли по умолчанию, обновлять ПО и правильно настраивать сеть. В будущем производителям необходимо уделять больше внимания безопасности на этапе разработки, чтобы снизить количество уязвимостей в IoT-экосистеме.

Источники

1. Хайруллин А.М., Зарипова Р.С. Промышленный интернет вещей как основа перехода к индустрии 4.0 // Достижения и приложения современной информатики, математики и физики: материалы VII Всерос. науч.-практ. заоч. конф. 2018. С. 362–366.

2. Чудинов Н.В., Халидов А.А. Разработка программного комплекса для защиты программ от нелегального использования / Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы. национальная (с международным участием) научно-практическая конференция. Казань, 2022. С. 140-142

3. Злыгостев Д.Д., Зарипова Р.С. Информационная безопасность как инструмент обеспечения экономической безопасности предприятий // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте. 2017. С. 23-25.

4. Накиев Р.Р., Ульянов В.В. Анализ уязвимостей интернет вещей (IoT) и способы их предотвращения // Вестник науки. 2023.№7. Т.4. С. 250-263.

5. Пырнова О.А. Информационная безопасность в эпоху квантовых технологий // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Междунар. конф. Казань, 2023. С. 439–443.

6. Nuriev M., Kalyashina A., Smirnov Yu., Gumerova G., Gadzhieva G. The 5G revolution transforming connectivity and powering innovations // E3S Web of Conferences. 2024. Т. 515. С. 04008.

7. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

8. Пырнова О.А. Культура информационной безопасности // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 153-157.

9. Зарипова Р.С., Тарамов Ю.Х., Сугаипов С.-А.А. Кибербезопасность в коде: стратегии написания безопасного программного обеспечения // Экономика и предпринимательство. 2023. №12 (161). С. 919-921.

10. Дадашова А.С., Николаева С.Г., Джабагова С.С. Информационная безопасность и системный анализ: стратегии защиты и анализ рисков // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 239-241.

11. Смирнов Ю.Н., Фатыхов Р.И. Об информационной безопасности промышленных предприятий в условиях цифровизации // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 43-46.

12. Султыгов И.У., Панфилов М.М., Халидов А.А. Искусственный интеллект в кибербезопасности // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 15. № 9 (150). С. 148-153.

13. Менциев А.У., Чебиева Х.С. Современные угрозы безопасности в сети интернет и контрмеры (обзор) // Инженерный вестник Дона. 2019. № 3 (54). С. 16.

УДК 004.056

IDM СИСТЕМА КАК ВАЖНАЯ ЧАСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИБ

Егоров Артур Николаевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
artur23102003@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос возможных векторов атак злоумышленников на учётные записи сотрудников и меры по защите от них с использованием систем управления учётными данными.

Ключевые слова: система управления учётными данными, уязвимость, компрометация учётных данных, риски информационной безопасности.

IDM SYSTEM AS AN IMPORTANT PART OF THE INFORMATION SECURITY

Egorov Arthur Nikolaevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
artur23102003@yandex.ru

Abstract: The article examines the issue of possible attack vectors of intruders on employee accounts and measures to protect against them using credential management systems.

Keywords: credential management system, vulnerability, compromise of credentials, information security risks.

Матрица MITRE ATT&CK Enterprise состоит из 10 этапов, которые проходит злоумышленник во время проведения атаки на систему. Одним из этих этапов является «Эскалация привилегий» - набор техник и методов, который хакер использует с целью получения дополнительных привелегий. Матрица MITRE ATT&CK предоставляет список из 14 таких техник, 6 из которых напрямую связаны с атаками на учетные записи пользователей: «Abuse Elevation Control Mechanism», «Access Token Manipulation», «Account Manipulation», «Domain or Tenant Policy Modification», «Exploitation for Privilege Escalation» и «Valid Accounts». Техники этапа «Эскалация привилегий» приведены в табл. 1.

Данные методы используются для заполучения доступа до учётных данных сотрудников с большим уровнем доступа, чем у той, которой владеет атакующий в данный момент. Уязвимыми точками, которые могут быть использованы для инициализации каждой из этих техник могут быть: слабые пароли учётной записи; пароли, которые не обновлялись длительное время;

учётные записи от внутренних сервисов, контроль за которыми не ведётся (напр. Сотрудникам были созданы учётные записи системы для тестирования работы, но работы по ней); учётные записи уволенных сотрудников, которые не были заблокированы и имеют высокие права доступа. Вероятность эксплуатации данных уязвимостей повышается пропорционально количеству сотрудников в компании.

Таблица 1. Техники эскалации привилегий матрицы MITRE ATT&CK

Наименование техники	Описание техники
Abuse Elevation Control Mechanism	Злоумышленники могут обойти механизмы, чтобы получить разрешения более высокого уровня
Access Token Manipulation	Злоумышленники могут модифицировать маркеры доступа, чтобы они работали в другом контексте безопасности пользователя или системы для выполнения действий и обхода контроля доступа
Account Manipulation	Злоумышленники могут манипулировать учётными записями, чтобы сохранить и/или расширить доступ к системам жертвы
Boot or Logon Autostart Execution	Злоумышленники могут настроить параметры системы на автоматическое выполнение вредоносной программы при загрузке или входе в систему
Boot or Logon Initialization Scripts	Злоумышленники могут использовать сценарии, автоматически выполняемые при загрузке или инициализации входа в систему, для закрепления
Create or Modify System Process	Злоумышленники могут создавать или модифицировать процессы системного уровня для многократного выполнения вредоносной полезной нагрузки
Domain or Tenant Policy Modification	Злоумышленники могут изменять параметры конфигурации домена, чтобы обойти защиту и/или повысить привилегии.
Escape to Host	Злоумышленники могут выйти из контейнера и получить доступ к базовому хосту
Event Triggered Execution	Злоумышленники могут закрепиться в системе и/или повысить привилегии с помощью системных механизмов, запускающих выполнение на основе событий
Exploitation for Privilege Escalation	Злоумышленники могут использовать уязвимости в программном обеспечении, в целях повышения привилегий
Hijack Execution Flow	Злоумышленники могут запускать собственные вредоносные полезные нагрузки, перехватывая способ выполнения программ в операционных системах
Process Injection	Злоумышленники могут внедрять код в процессы, чтобы обойти средства защиты, а также, повысить привилегии
Scheduled Task/Job	Злоумышленники могут злоупотреблять функциональностью планирования задач для выполнения вредоносного кода
Valid Accounts	Злоумышленники могут получить и злоупотреблять существующими учетными записями для продвижения по системе

Все вышеперечисленные уязвимости потенциально могут привести атакующего к приобретению наивысших прав доступа системы. В качестве превентивных мер защиты от данного вектора атак необходим инструмент для автоматического анализа и контроля имеющихся у сотрудников учетных записей и автоматизированного управления и предоставления прав доступа данным учётным записям [1].

Данный функционал предоставляют IDM (Identity Managment) и IGA (Identity Governance and Administration) системы. Система работает с кадровыми и целевыми системами для контроля прав в учётных записях целевых систем [2]. На основе информации о сотрудниках из кадровых систем, IDM система создаёт уникальные карточки сотрудников, к которым в последствии производится привязывание учётных записей из целевых систем. В дальнейшем все взаимодействия с учётными записями пользователей производится посредством IDM системы, что позволяет централизованно управлять всеми учётными записями сотрудников компании.

IGA система является сопровождающей для IDM системы и предоставляет для администратора возможность управлением жизненным циклом идентификаций и анализа рисков [1].

IDM система автоматизирует операции по работе с учётными записями: создание, удаление, изменение полномочий, проверку паролей на соответствие политиками и требованиям безопасности, блокировку и т. д. Для выполнения данных операций ПО использует следующие механизмы:

- планировщики задач: производит перечень задач (проверку прав в целевых системах, добавление/удаление прав, добавление новых учётных записей и т.д.) согласно настроенному администратором IDM системы расписанию.

- сервер коннекторов: система управления учётными данными взаимодействует с целевыми системами через коннекторы — ПО, которое производит конвертацию сообщений, понятных IDM системе, в сообщения, понятные целевой системе. Данный механизм позволяет настраивать процессы работы с учётными данными в IDM в общем виде, не задумываясь о специфике обработки данных в каждой целевой системе.

- бизнес-процессы: определяют последовательность действий при обработке различных ситуаций и событий. Стартовыми событиями могут быть назначение роли пользователю, удаление роли пользователя, увольнение сотрудника из кадровой системы и т. д. В зависимости от события могут быть произведены действия по отправке запроса на согласование действия, принудительное завершение процесса, оповещение сотрудника при помощи почтового сообщения [3].

- мониторинг: IDM производит логирование любого изменения в правах и ролях каждого сотрудника для автоматической обработки потенциальных ситуаций или анализа данных событий администратором системы.

Таким образом, IDM и IGA системы позволяют эффективно управлять процессом назначения, отзыва и контроля прав учётных записей пользователей и автоматизировать данные операции. Это позволяет уменьшить риски, связанные с компрометацией учётных записей, и снизить расходы на управление учётными записями.

Источники

1. Петров М.А. Моделирование процесса интеграции idm системы с управляемой информационной системой // Вестник науки. 2024. №8 (77). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protsessa-integratsii-idm-sistemy-s-upravlyaemoy-informatsionnoy-sistemoy (дата обращения: 07.03.2025).

2. Ахрамеева К.А., Вистунов С.С. Сравнительный анализ рынка экосистем информационной безопасности // Экономика и качество систем связи. 2024. №3 (33). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-rynka-ekosistem-informatsionnoy-bezopasnosti (дата обращения: 07.03.2025).

3. Петров М.А. Основные принципы интеграции автоматизированной системы управления доступом с информационными системами предприятия // Вестник науки. 2024. №8 (77). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-printsipy-integratsii-avtomatizirovannoy-sistemy-upravleniya-dostupom-s-informatsionnymi-sistemami-predpriyatiya (дата обращения: 07.03.2025).

УДК 004

ИИ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ: ЗАЩИТА ОТ УГРОЗ И СОЗДАНИЕ НОВЫХ УЯЗВИМОСТЕЙ

Загарова Анастасия Владиславовна, Шарипова Файруза Ильнуровна, Пырнова Ольга Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zagarova23@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные вызовы кибербезопасности в условиях цифровизации и роста объемов данных. В качестве решения существующих проблем предлагается использование технологий искусственного интеллекта (ИИ), в частности машинного и глубокого обучения, для автоматизации обнаружения и предотвращения кибератак. Обсуждаются методы анализа сетевого трафика, обработки больших данных и выявления аномалий с помощью нейронных сетей. Однако применение ИИ также создает новые риски, такие как использование злоумышленниками генеративных моделей для создания сложных атак. Подчеркивается необходимость проактивного подхода, включая обновление алгоритмов и защиту инфраструктуры ИИ, для обеспечения эффективной кибербезопасности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, кибербезопасность, кибератаки, уязвимости, машинное обучение, анализ данных, защита информации.

AI AND CYBERSECURITY: DEFENDING AGAINST THREATS AND CREATING NEW VULNERABILITIES

Anastasia V. Zagarova, Fayruza I. Sharipova, Olga A. Pyrnova
KSPEU, Kazan, Russia
zagarova23@mail.ru

Abstract. This article discusses modern cybersecurity challenges in the context of digitalization and data growth. As a solution to existing problems, it proposes the use of artificial intelligence (AI) technologies, in particular machine and deep learning, to automate the detection and prevention of cyberattacks. Methods for analyzing network traffic, processing big data, and detecting anomalies using neural networks are discussed. However, the use of AI also creates new risks, such as the use of generative models by attackers to create complex attacks. The need for a proactive approach, including updating algorithms and protecting AI infrastructure, is emphasized to ensure effective cybersecurity.

Keywords: artificial intelligence, cybersecurity, cyberattacks, vulnerabilities, machine learning, deep learning, data analysis, information security.

Современный этап развития цифровых технологий характеризуется стремительным ростом объемов данных, хранящихся в онлайн-среде, что неизбежно влечет за собой увеличение числа и сложности киберугроз. В условиях цифровой трансформации традиционные методы обеспечения информационной безопасности демонстрируют свою ограниченную эффективность, что актуализирует поиск новых подходов к защите данных. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является применение технологий искусственного интеллекта (ИИ), которые позволяют автоматизировать процессы обнаружения, анализа и реагирования на кибератаки. Однако использование ИИ в кибербезопасности сопровождается не только новыми возможностями, но и вызовами, связанными с адаптацией злоумышленников к этим технологиям.

Киберугрозы представляют собой многогранную проблему, охватывающую такие аспекты, как защита конфиденциальных данных, обнаружение атак и оперативное реагирование на инциденты. Традиционные методы защиты, включая антивирусные программы и системы обнаружения вторжений (IDS), долгое время оставались основными инструментами противодействия киберугрозам [1]. Однако с развитием технологий злоумышленники начали применять более изощренные методы, такие как атаки нулевого дня, фишинг и социальная инженерия, которые зачастую обходят традиционные системы защиты. Это подчеркивает необходимость пересмотра существующих подходов к кибербезопасности и внедрения более адаптивных и интеллектуальных решений. Ниже в таблице 1 представлен сравнительный анализ традиционных методов защиты против киберугроз и методов с применением ИИ.

Таблица 1. Традиционные методы vs ИИ: сравнительный анализ

Критерий	Традиционные методы	Искусственный интеллект
Обнаружение угроз	Эффективны против известных угроз, но слабо адаптируются к новым атакам.	Способны выявлять новые и сложные угрозы за счет анализа больших данных и обучения на исторических инцидентах.
Скорость реагирования	Реакция на инциденты может быть замедленной из-за ручного анализа.	Автоматизированное обнаружение и реагирование в реальном времени.
Анализ данных	Ограничены в обработке больших объемов данных.	Эффективно обрабатывают большие объемы структурированных и неструктурированных данных.
Адаптивность	Требуют постоянного обновления сигнатур и правил.	Самообучающиеся модели, способные адаптироваться к новым типам атак.
Примеры применения	Антивирусы, системы обнаружения вторжений (IDS).	Анализ сетевого трафика, распознавание фишинга, выявление аномалий в поведении пользователей.

Исходя из таблицы можно сделать вывод, что условиях цифровой трансформации антивирусные программы и системы обнаружения вторжений (IDS) демонстрируют ограниченную способность противостоять новым угрозам. В связи с этим актуализируется поиск более адаптивных и интеллектуальных решений, среди которых особое место занимают технологии искусственного интеллекта (ИИ), включая машинное обучение (ML) и глубокое обучение (DL).

Искусственный интеллект, в частности методы машинного обучения (ML) и глубокого обучения (DL), открывает новые горизонты для повышения уровня кибербезопасности. Алгоритмы машинного обучения способны анализировать большие объемы данных в реальном времени, выявляя аномалии и потенциальные угрозы на ранних стадиях. Это достигается за счет обучения моделей на исторических данных, что позволяет им адаптироваться к новым типам атак и улучшать точность прогнозирования [2].

Модели машинного обучения, такие как деревья решений, метод опорных векторов (SVM) и случайные леса, активно применяются для автоматического анализа сетевого трафика и выявления подозрительных паттернов. Эти алгоритмы способны классифицировать нормальное и аномальное поведение, что позволяет системам кибербезопасности оперативно реагировать на инциденты. Например, обучение моделей на данных о прошлых атаках позволяет выявлять признаки, характерные для новых угроз, что значительно снижает время реагирования и минимизирует потенциальный ущерб.

Глубокое обучение, основанное на использовании нейронных сетей с множеством слоев, демонстрирует высокую эффективность в обработке больших объемов неструктурированных данных, таких как журналы событий и сетевой трафик. Сверточные нейронные сети (CNN) применяются для анализа изображений, связанных с киберугрозами, а рекуррентные нейронные сети (RNN) – для анализа последовательностей действий пользователей. Это позволяет выявлять сложные аномалии в реальном времени, что особенно важно для противодействия современным угрозам, таким как целевые атаки и вредоносное программное обеспечение [3].

Технологии анализа больших данных, такие как Apache Hadoop и Apache Spark, играют ключевую роль в обработке и анализе огромных объемов информации из различных источников. Эти технологии позволяют организациям выявлять тренды и паттерны, указывающие на потенциальные атаки, такие как распределенные атаки типа «отказ в обслуживании» (DDoS) или утечки данных. Интеграция методов машинного обучения с технологиями анализа больших данных значительно повышает эффективность систем кибербезопасности, обеспечивая возможность быстрого реагирования на угрозы.

Методы машинного обучения, такие как классификация и регрессия, а также глубокое обучение с использованием сверточных и рекуррентных нейронных сетей, при проведении различных исследований продемонстрировали способность к автоматическому обнаружению аномалий в сетевом трафике, идентификации вредоносного ПО и предсказанию потенциальных угроз на основе исторических данных. Некоторые организации использовали машинное обучение для анализа больших объемов лог-файлов, что позволило выявить скрытые паттерны поведения, характерные для кибератак, и быстро реагировать на них. Другие примеры включают использование глубокого обучения для распознавания фишинговых сайтов, что значительно повысило уровень защиты пользователей. Однако стоит отметить, что злоумышленники также активно используют аналогичные технологии для создания более сложных атак. Фишинговые атаки становятся все более изощренными благодаря генеративным моделям, которые могут создавать правдоподобные электронные письма и веб-страницы, обманывая пользователей и системы защиты. Это подчеркивает важность не только мониторинга текущих угроз, но и проактивного подхода к выявлению новых методов атак [4-6].

Технологии искусственного интеллекта, включая машинное и глубокое обучение, играют ключевую роль в улучшении процессов обнаружения и предотвращения кибератак. Алгоритмы машинного обучения обеспечивают высокую точность в классификации нормального и аномального сетевого трафика, что позволяет специалистам по кибербезопасности оперативно реагировать на потенциальные угрозы, что значительно снижает риск успешных атак [7, 8].

Однако стоит отметить, что злоумышленники также активно используют технологии искусственного интеллекта для создания более сложных и изощренных атак. Генеративные модели, такие как генеративно-состязательные сети (GAN), позволяют создавать правдоподобные фишинговые письма и веб-страницы, которые могут обмануть как пользователей, так и системы защиты. Это подчеркивает важность не только мониторинга текущих угроз, но и проактивного подхода к выявлению новых методов атак. В условиях, когда злоумышленники используют те же технологии, что и защитники, кибербезопасность [9, 10] становится гонкой вооружений, где ключевым фактором успеха является скорость адаптации и внедрения новых решений. Также, несмотря на все преимущества, искусственный интеллект также создает новые уязвимости, которые могут быть использованы злоумышленниками. Например, атаки на модели машинного обучения, такие как adversarial attacks, могут привести к некорректной работе алгоритмов и, как следствие, к снижению уровня защиты. Для достижения эффективной кибербезопасности

критически важно не только совершенствовать методы обнаружения и предотвращения атак, но и обеспечивать безопасность самих систем ИИ [11]. Для успешной интеграции искусственного интеллекта в системы кибербезопасности необходимо разрабатывать комплексные стратегии, учитывающие как преимущества, так и риски, связанные с этой технологией. Ключевыми элементами таких стратегий должны стать:

– постоянное обновление алгоритмов, а именно регулярное обучение моделей на новых данных для повышения их точности и адаптивности;

– мониторинг и анализ угроз: использование технологий анализа больших данных для выявления новых методов атак и трендов в киберпреступности;

– защита инфраструктуры ИИ: разработка механизмов, обеспечивающих безопасность самих систем искусственного интеллекта от потенциальных атак.

Таким образом, искусственный интеллект представляет собой мощный инструмент для повышения уровня кибербезопасности, позволяющий автоматизировать процессы обнаружения и предотвращения угроз [12-14]. Однако его применение требует тщательного анализа рисков и разработки комплексных стратегий, направленных на минимизацию уязвимостей. В условиях постоянной эволюции киберугроз интеграция ИИ в системы защиты становится не только перспективным направлением, но и необходимым условием для обеспечения безопасности в цифровую эпоху.

Источники

1. Рысаева К.С. Нейросетевая модель оценки вредоносности web-сайтов / К.С. Рысаева, И.В. Аникин, А.С. Катасев // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 7. – С. 74-77.

2. Исхакова Ю.Р. Угрозы кибербезопасности, связанные с использованием искусственного интеллекта / Ю.Р. Исхакова, О.А. Пырнова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции, Казань, 10–11 апреля 2024 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 1288-1292.

3. Аникин И.В. Модель и программный комплекс анализа атак на web - приложения / И.В. Аникин А.С., Катасев А.С. Черняков // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 7. – С. 17-20.

4. Юсупова, Р.И. Нейросетевые системы обнаружения атак в информационной среде / Р. И. Юсупова, Р. С. Зарипова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической

конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 1419-1422.

5. Филимонова Т.К., Овсеенко Г.А., Мустафаев Т.А. Разработка имитационной информационно-математической модели деятельности предприятия научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 127-130.

6. Зарипова Р.С., Тарамов Ю.Х., Сугаипов С.-А.А. Кибербезопасность в коде: стратегии написания безопасного программного обеспечения // Экономика и предпринимательство. 2023. №12 (161). С. 919-921.

7. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г., Назметдинов Ф.Р. Снижение электромагнитных помех и защита информации в вычислительной технике с помощью экранирующих стекол // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2017. № 3 (35). С. 46-57.

8. Дадашова А.С., Николаева С.Г., Джабагова С.С. Информационная безопасность и системный анализ: стратегии защиты и анализ рисков // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 239-241.

9. Nuriev M., Kalyashina A., Smirnov Yu., Gumerova G., Gadzhieva G. The 5G revolution transforming connectivity and powering innovations // E3S Web of Conferences. 2024. Т. 515. С. 04008.

10. Пырнова О.А. Культура информационной безопасности // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 153-157.

11. Пырнова О.А. Информационная безопасность в эпоху квантовых технологий // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. С. 439-443.

12. Зарипова Р.С., Тарамов Ю.Х., Сугаипов С.-А.А. Кибербезопасность в коде: стратегии написания безопасного программного обеспечения // Экономика и предпринимательство. 2023. №12 (161). С. 919-921.

13. Смирнов Ю.Н., Фатыхов Р.И. Об информационной безопасности промышленных предприятий в условиях цифровизации // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 43-46.

14. Султыгов И.У., Панфилов М.М., Халидов А.А. Искусственный интеллект в кибербезопасности // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 15. № 9 (150). С. 148-153.

УДК 338.2

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАССЛЕДОВАНИЯ КИБЕРПРЕСТУПЛЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ

Иванов Артем Витальевич
ФГКОУ ВО «Московский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации имени В.Я. Кикотя», г. Москва, Россия
ivanof91@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу актуальных проблем, связанных с расследованием киберпреступлений в экономической сфере. В условиях цифровизации экономики и стремительного развития информационных технологий киберпреступления становятся одной из наиболее значимых угроз для экономической безопасности государства и бизнеса. Рассматриваются основные факторы, затрудняющие эффективное расследование таких преступлений. Особое внимание уделено вопросам взаимодействия правоохранительных органов на международном уровне, использования современных технологий для выявления и предотвращения киберугроз, а также необходимости совершенствования законодательной базы, предложены рекомендации по повышению эффективности расследования киберпреступлений в экономической сфере, включая развитие межведомственного сотрудничества, внедрение инновационных методов расследования и усиление мер профилактики.

Ключевые слова: цифровизация, киберугрозы, информационные технологии, трансграничные преступления, информационная безопасность.

CURRENT ISSUES OF INVESTIGATION OF CYBERCRIMES IN THE ECONOMIC SPHERE

Ivanov Artem Vitalievich
Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation named after V.Ya. Kikot
ivanof91@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the analysis of current problems related to the investigation of cybercrimes in the economic sphere. In the context of digitalization of the economy and the rapid development of information technologies, cybercrimes are becoming one of the most significant threats to the economic security of the state and business. The main factors that complicate the effective investigation of such crimes are considered. Particular attention is paid to the issues of interaction between law enforcement agencies at the international level, the use of modern technologies to identify and prevent cyber threats, as well as the need to improve the

legislative framework, recommendations are proposed to improve the effectiveness of the investigation of cybercrimes in the economic sphere, including the development of interdepartmental cooperation, the introduction of innovative investigation methods and strengthening of preventive measures.

Keywords: digitalization, cyber threats, information technology, cross-border crimes, information security.

Киберпреступления намного сложнее расследовать, нежели обычные преступления. Порой правоохранительным органам даже не под силу выявить состав преступления, не говоря уже про поимку преступника. Данная особенность имеет вполне конкретные факторы, из-за влияний которых киберпреступления труднее раскрываются [1].

1. Максимальная латентность киберпреступлений.

Ввиду высокого уровня анонимности, злоумышленники могут получить доступ к секретной и конфиденциальной информации, однако, об этом никто может не узнать, а ущерб зачастую вскрывается спустя продолжительное количество времени. Вредоносное программное обеспечение может годами распространяться в корпоративной сети и находиться в состоянии ожидания. Но как только ПО устанавливается на необходимый злоумышленнику компьютер, происходит его автоматическая активация.

2. Достаточно крупные масштабы.

Около 90% угроз имеют массовый характер. Они направлены на неограниченное количество пользователей.

3. Трансграничный и транснациональный характер преступлений.

Преступник может совершить преступление на территории России и при этом находиться, допустим, в Китае или США. Данный фактор является следствием процесса глобализации.

4. Отсутствие характерных особенностей преступника, по которым можно было бы составить его портрет.

Помимо эволюции самой киберпреступности меняется ещё и общий портрет киберпреступника. Изначально это были люди, преследующие не столько противозаконные цели, сколько обладающие спортивным интересом в мире высоких технологий, поиска уязвимостей. Сейчас же за киберпреступностью стоит криминальный бизнес [2]. Сегодня киберпреступник, как правило, обладает обширными познаниями в информационно-технологической сфере, однако, аналогичные действия наряду с профессионалами могут совершать и обычные лица, не обладающие соответствующим уровнем информационной грамотности и имеющие весьма посредственное представление об информационных процессах, но получившие в свои руки готовые алгоритмы и схемы, обеспечивающие достижение

преступного результата. Получается, что преступление в сфере информационного пространства может совершить как профессионал, так и любитель, что несомненно усложняет работу правоохранительных органов.

5. Несовершенство технического обеспечения.

Любую систему можно взломать. Данный принцип работает, как в отношении злоумышленников, так и в отношении организаций, обеспечивающих информационную и экономическую безопасность. Преступники действуют первым номером, а правоохранительным органам приходится догонять. От оперативности их реагирования на действия киберпреступников зависит размер причинённого ущерба.

6. Простота и доступность совершения киберпреступлений.

Обладая минимальным набором знаний и технических приспособлений, лицо может совершить киберпреступление. Вследствие развития информационных технологий становится очень просто получить доступ к инструкциям, схемам и мануалам, описывающим порядок подготовки, совершения и сокрытия того или иного преступления.

6. Высокая доходность.

Ввиду массового характера атак киберпреступность является очень доходным видом противозаконной деятельности. Сюда же можно отнести и низкие издержки при совершении преступлений.

Таким образом, киберпреступления – это достаточно новый вид преступности.

Киберпреступности становится все труднее противостоять на национальном уровне без тесного взаимодействия с международными правоохранительными организациями, оказывающими противодействие преступникам [3].

Среди проблем как на национальном уровне, так и на международном уровнях, наиболее распространенными являются: отсутствие международных соглашений, за исключением Конвенции Совета Европы о киберпреступности; замедленные темпы совершенствования нормативно-правовой базы в отношении технического прогресса; низкий уровень информационной культуры организаций и граждан; отсутствие налаженных механизмов сотрудничества между государствами, обеспечивающих отсутствие у киберпреступников возможности скрыться на территории какого-либо государства, что решило бы проблему трансграничности киберпреступлений; проблема оперативного получения доступа к электронным доказательствам и информации о киберпреступности. Данный процесс является достаточно длительным, а иногда вообще невозможным.

К мерам по повышению эффективности противодействия киберпреступности в экономической сфере можно отнести следующее:

повышение уровня квалификации сотрудников правоохранительных органов, а также повышение уровня экономической и информационной безопасности; оказание технологической и правовой помощи на межгосударственном уровне; необходимо изменить традиционные подходы к расследованию киберпреступлений и выработать более совершенные методы, которые бы учитывали постоянно изменяющийся и многогранный характер преступлений с использованием информационно-коммуникацоннных технологий; установление минимальных стандартов, позволяющих обмениваться информацией и доказательствами в целях противодействия киберпреступности.

Хакеры постоянно изобретают новые способы атак на кредитно-финансовые организации и граждан, вследствие чего такие атаки становится сложно предупреждать [4].

Разработчики антивирусов постоянно обновляют свои программы, однако, устранять только технические пробелы недостаточно. Правоохранительные органы и организации понимают, что необходима постоянная и комплексная работа, включающая в себя повышение общего уровня информационной безопасности, внедрение новых технических решений, а также соблюдение личной безопасности. Только так можно будет остановить рост киберпреступности. Ведь, как известно, безопасность – это процесс, а не результат.

Источники

1. Баланов А.Н. Кибербезопасность: учебное пособие для вузов / А.Н. Баланов. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 680 с. ISBN 978-5-507-49562-7.

2. Гафнер, В.В. Информационная безопасность: Учебное пособие / В.В. Гафнер. Рн/Д: Феникс, 2017. 324 с.

3. Зенков А. В. Информационная безопасность и защита информации: учебник для вузов / А.В. Зенков. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 107 с. – (Высшее образование). ISBN 978-5-534-16388-9.

4. Поляков В.В. Латентность высокотехнологичных преступлений: понятие, структура, методы оценки уровня // Всероссийский криминологический журнал. 2023. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/latentnost-vysokotehnologichnyh-prestupleniy-ponyatie-struktura-metody-otsenki-urovnya (дата обращения: 12.03.2025).

УДК 004.056

ОБ УГРОЗАХ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫХ С ЛОЖНЫМИ БАЗОВЫМИ СТАНЦИЯМИ

Ильиных Мария Алексеевна, Мухачев Сергей Валентинович
ФГБОУ ВО «УрГУПС», Екатеринбург, Россия
msv62@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены принципы работы ложных базовых станций и угрозы информационной безопасности, обусловленные их применением. Приведены реальные примеры их использования. Систематизированы методы защиты от угроз, связанных с ложными базовыми станциями. Изложенный материал особенно актуален в условиях широчайшего использования средств мобильной связи для работы с различной информацией.

Ключевые слова. Информационная безопасность, мобильная сотовая связь, ложная базовая станция, угроза информационной безопасности, нейтрализация угроз.

INFORMATION SECURITY THREATS RELATED TO COMPLEX BASE STATIONS

Ilinykh Maria Alekseevna, Mukhachev Sergey Valentinovich
USURT, Ekaterinburg, Russia
msv62@yandex.ru

Abstract. The article discusses the principles of operation of false base stations and the threats to information security caused by their use. Real examples of their use are given. Methods of protection against threats related to false base stations are systematized. The presented material is especially relevant in the context of the widest use of mobile communication tools for working with various information.

Keywords. Information security, mobile cellular communication, false base station, threat to information security, threat neutralization.

С развитием и внедрением технологий мобильной связи, со стремительным увеличением количества пользователей, вопросы информационной безопасности приобрели очень важное значение. Серьезные угрозы в этой области связана с применением ложных базовых станций**.** Ложная базовая станция имитирует работу базовой станции мобильной сотовой связи. Находящиеся вблизи ложной базовой станции устройства мобильной связи подключаются к ней, так как принимают ее за базовую станцию сотового

оператора. Таким образом, информационный поток с таких устройств мобильной связи: аудио- и видеосигнал, интернет-трафик, почтовые и СМС-сообщения, – транслируется через ложную базовую станцию. Применение ложных базовых станций создает существенную угрозу конфиденциальности и безопасности пользователей, устройства мобильной связи которых попали в такую ловушку.

Стандарт сотовой связи GSM не требует от базовой станции подтверждения аутентичности, поэтому реализовать подключение такой ложной станции к сети оператора оказывается не очень сложно. Частота и мощность сигнала ложной станции подбираются так, чтобы соседние настоящие базовые станции не могли с ней конкурировать и не создавали помех. Устройство мобильной сотовой связи жертвы выбирает именно ложную станцию в качестве наилучшей доступной базовой станции из-за ее мощного сигнала, как это заложено в протоколе работы сотовой связи. После этого может быть получено подтверждение того, что устройство сотовой связи жертвы включено и находится в зоне действия ложной базовой станции, имеется возможность определить его IMEI. Ложные базовые станции имеют некоторые особенности работы. Радиус действия простирается до сотен метров, что позволяет применять их в местах с высокой интенсивностью работы сотовой сети: аэропорты; вокзалы; места проведения массовых мероприятий. Такие ложные базовые станции могут иметь небольшие габаритные размеры, портативное исполнение, что позволяет использовать их незаметно. Они могут работать автономно – от батарей, в течение нескольких часов.

Для создания ложной базовой станции могут, например, использоваться устройства OpenBTS от Range Networks, устройства от Ettus, YateBTS или HackRF [1]. Эти модели относительно доступны, могут быть легко включены в работу. Для управления ими используется специализированное программное обеспечение.

С помощью ложной базовой станции могут перехватываться различные типы данных, передаваемых между мобильным устройством и ложной станцией. Основные типы данных, которые могут перехватываться, следующие.

- IMSI (International Mobile Subscriber Identity) – уникальный идентификатор мобильного абонента, используемый для работы сотовой сети. Злоумышленники могут использовать IMSI для отслеживания конкретного пользователя, даже если он меняет SIM-карту.

- Информация о текущем местоположении устройства, включая координаты и перемещения. Могут отслеживаться перемещения пользователя, что особенно опасно для различных категорий людей по сфере деятельности и социальной роли.

- СМС-сообщения, которые могут содержать конфиденциальную информацию, например коды подтверждения для двухфакторной аутентификации (2FA), что позволяет получить доступ к различным аккаунтам.

- Голосовые вызовы, перехват которых позволяет получать доступ к конфиденциальным разговорам. Если требуется прослушивать разговор, ложная станция может принудительно переводить устройство мобильной связи жертвы в режим работы без шифрования A5/0, который предусмотрен стандартом GSM. В таком режиме все разговоры в режиме исходящего звонка транслируются через ложную базовую станцию и могут быть прослушаны или записаны. Ложная станция при этом выступает в роли посредника, самостоятельно соединяясь с набранным номером и прозрачно транслируя голос в обе стороны [2].

- Интернет-трафик. Перехватываются данные, передаваемые через мобильный интернет. Например, адреса посещаемых сайтов, сообщения в мессенджерах, сообщения электронной почты. Могут быть перехвачены и скомпрометированы логины, пароли, банковские данные и другая конфиденциальная информация.

- IMEI (International Mobile Equipment Identity) – уникальный идентификатор мобильного устройства, – может быть использован для отслеживания устройства.

- Метаданные. Информация о вызовах и сообщениях (например, номера телефонов, время и длительность звонков). Метаданные могут быть использованы для анализа поведения пользователя и построения его профиля.

- Данные аутентификации. Информация, используемая для аутентификации устройства в сети (например, ключи шифрования). Злоумышленники могут использовать эти данные для проведения различных атак, например, «человек посередине».

- Push-уведомления, которые пересылаются устройству от различных приложений: сообщения из мессенджеров, уведомления мобильного банка и тому подобные.

Ложные базовые станции активно применяются различными лицами и организациями для достижения своих целей.

Имеются свидетельства активного использования правоохранительными органами США устройства StingRay, разработанного компанией Harris Corporation. Еще в 2014 году стало известно, что ФБР и местная полиция использовали StingRay для отслеживания подозреваемых. Делалось это без получения ордера, что вызвало споры о нарушении конфиденциальности [3]. Один из известных громких случаев произошел в 2014 году. Журналисты норвежской газеты Aftenposten обнаружили признаки того, ложные базовые станции размещены в правительственном квартале Осло, где располагаются

канцелярия премьер-министра и парламента, посольства ряда крупных государств. Одна из ложных базовых станций располагалась напротив посольства России, давая возможность отслеживать информационный трафик его сотрудников. Полиция безопасности Норвегии подтвердила наличие ложных базовых станций в правительственном квартале, после чего было начато расследование фактов, опубликованных журналистами [4].

В 2016 году китайская полиция арестовала около 1,5 тысяч спамеров и изъяла около 2 тысяч СМС-серверов – устройств для рассылки спама, выдающих себя за базовые станции. После подключения сервер производит рассылку рекламных сообщений (спама) через атакованные устройства мобильной связи и отключается. Пользователь, как правило, даже не понимает, что его мобильное устройство на несколько минут не просто поменяло оператора, а было подключено к ложной станции злоумышленника [5].

В декабре 2022 года французская полиция обнаружила ложную базовую станцию, которую возили по Парижу. С помощью этого устройства распространялись сообщения, призывающие парижан делиться своими личными данными на фейковом сайте медицинского страхования. Как выяснилось позже, группировка, организовавшая такую акцию, была связана еще с другой ложной базовой станцией, которую перевозили по городу в старой машине скорой помощи.

В 2023 году были обнаружены ложные базовые станции, работающие вблизи нескольких секретных объектов Норвегии, включая офис премьер-министра и министерство обороны. В связи с этим полиция арестовала гражданина Малайзии по подозрению в шпионаже [6].

Для противодействия угрозам, связанным с ложными базовыми станциями, необходимо использовать комплексный подход. Основные меры защиты состоят в следующем.

1. Использование современных стандартов связи. 4G (LTE) и 5G стандарты используют более сложные методы шифрования и аутентификации, что делает их менее уязвимыми для атак с использованием ложных базовых станций. Стандарт 2G (GSM) наиболее уязвим, поэтому рекомендуется отключить, по возможности, поддержку 2G на мобильных устройствах.

2. Использование VPN. Виртуальная частная сеть передает интернет-трафик в зашифрованном виде, поэтому даже если устройство подключено к ложной базовой станции, информация защищена от утечки.

3. Обнаружение ложных базовых станций с помощью специальных программных средств. Например, Cell Spy Catcher, SnoopSnitch, которые могут анализировать сетевые параметры и обнаруживать подозрительные базовые станции.

4. Использование защищенных мессенджеров с end-to-end шифрованием (например, WhatsApp). Даже если данные перехвачены, они остаются зашифрованными.

5. Использование анонимных SIM-карт усложняет идентификацию пользователя по IMSI.

6. Отключение автоматического подключения к сетям. Такая мера позволяет избежать подключения к ложным базовым станциям.

Комбинация перечисленных мер позволяет значительно снизить риск перехвата данных и обеспечить безопасность мобильной связи. Перспективы развития защиты от ложных базовых станций связаны с развитием и внедрением современного стандарта связи 5G, совершенствованием технологий обнаружения ложных базовых станций

Проблема ложных базовых станций остается актуальной, так как технологии мобильной связи распространены очень широко. Специальные меры противодействия позволяют снизить риски, связанные с использованием ложных базовых станций. Информационная безопасность в сетях мобильной сотовой связи тесно связана с совершенствованием аппаратных и программных средств, работой операторов, поведением пользователей.

Источники

1. GSM-ловушки: еще один привет от Большого Брата [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/companies/securitycode/articles/280886/ (дата обращения: 27.03.25).

2. Прослушивание разговоров при помощи «фальшивых базовых станций» [Электронный ресурс]. URL: https://mobile-review.com/articles/2009/imsi-catcher.shtml (дата обращения: 27.03.25).

3. Американской полиции запретили использовать поддельные базовые станции сотовой связи [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/articles/391431/ (дата обращения: 27.03.25).

4. Откуда «уши» растут [Электронный ресурс]. URL: https://newizv.ru/news/2015-01-13/otkuda-ushi-rastut-203339 (дата обращения: 27.03.25).

5. В Китае арестовали 1500 человек за рассылку SMS-спама [Электронный ресурс]. URL: https://hi-news.ru/phone/v-kitae-arestovali-1500-chelovek-za-rassylku-sms-spama.html (дата обращения: 27.03.25).

6. Два британца построили самодельную мобильную антенну для рассылки мошеннических SMS [Электронный ресурс]. URL: https://xakep.ru/2024/06/11/fake-cell-tower/ (дата обращения: 27.03.25).

УДК 001.891

УТЕЧКА ДАННЫХ ПО СЕТЯМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Имамутдинов Ильсур Илфатович, Шарипов Рифат Рашатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ имени А.Н.Туполева», г. Казань, Россия
imamutdinov_ilsur@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются механизмы утечки, включая анализ потребления электроэнергии, частотные характеристики сигналов, а также методы измерения и контроля утечки. Рассмотрены такие элементы электросетей, как счетчики, УЗО, дифференциальные автоматы и амперметры, их роль в мониторинге и защите информации. Определены границы контролируемой зоны и источники потенциальных атак. Приведены схемы и рисунки для каждого из этих элементов с описанием протекания электроэнергии через них.

Ключевые слова: утечка данных, электропитание, электросеть, анализ потребления энергии, частотные характеристики, интеллектуальные счетчики, УЗО, дифференциальный автомат, амперметр, гармонические помехи, электромагнитные излучения, контролируемая зона, информационная безопасность.

DATA LEAKAGE ON POWER SUPPLY NETWORKS

Imamutdinov Ilsur Ilfatovich, Sharipov Rifat Rashatovich,
A.N.Tupolev KNRTU-KAI, Kazan, Russia
Imamutdinov_ilsur@mail.ru

Abstract. This article discusses leakage mechanisms, including analysis of electricity consumption, frequency characteristics of signals, as well as methods for measuring and controlling leakage. Such elements of power grids as meters, RCD, differential automata and ammeters, their role in monitoring and information protection are considered. The boundaries of the controlled zone and the sources of potential attacks have been identified. Diagrams and drawings for each of these elements are given with a description of the flow of electricity through them.

Keywords: data leakage, power supply, power grid, energy consumption analysis, frequency characteristics, smart meters, RCD, differential automaton, ammeter, harmonic interference, electromagnetic radiation, controlled area, information security.

Информационная безопасность традиционно фокусируется на программных и сетевых аспектах защиты. Однако, анализ энергопотребления вычислительных систем и сигналов в электросети может привести к утечке данных. Основными параметрами электричества являются напряжение 230 В и

частота 50 Гц, однако для высоких частот в бытовых сетях фильтрации практически нет, что создает условия для побочных утечек [1].

1. Описание элементов электросетей и протекание электроэнергии

1.1. Счетчик электроэнергии

Современные интеллектуальные счетчики фиксируют энергопотребление в режиме реального времени и могут передавать данные поставщику энергии. Это делает их потенциальным источником информации о работе подключённых устройств. Электроэнергия проходит через измерительные катушки счетчика, где фиксируется потребление тока и напряжения. Схема подключения показана на рис. 1.

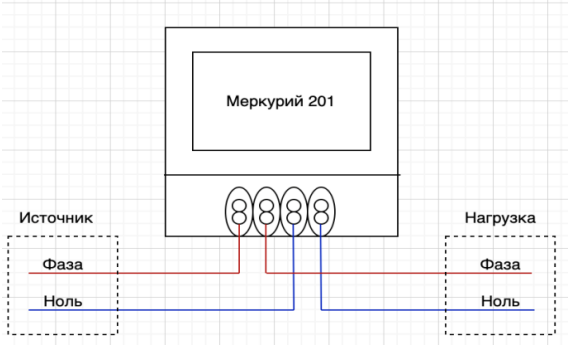


Рис. 1. Схема подключения счетчика

1.2. Устройство защитного отключения (УЗО)

УЗО реагирует на утечки тока и защищает пользователей от поражения электрическим током. Оно может фиксировать скачки и нестабильности, что может быть использовано для анализа работы электроприборов. В нормальном режиме ток протекает через фазный и нулевой проводники, а при утечке появляется разница, что приводит к срабатыванию защиты. Схема подключения показана на рис. 2.

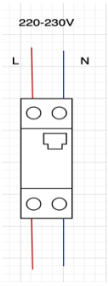


Рис. 2. Схема подключения УЗО

1.3. Дифференциальный автомат (Дифавтомат)

Комбинирует функции УЗО и автоматического выключателя, реагируя на утечки тока и перегрузки. Способен регистрировать аномалии в электропотреблении. В отличие от УЗО, также реагирует на короткие замыкания и перегрузки. Схема подключения показана на рис. 3.

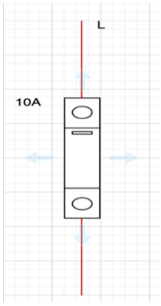


Рис. 3. Схема подключения дифавтомата

1.4. Амперметр

Измеряет ток в электрических цепях, фиксируя изменения, которые могут коррелировать с вычислительными процессами. Включается последовательно в цепь и измеряет амплитуду протекающего тока. Схема подключения амперметра показана на рис. 4.

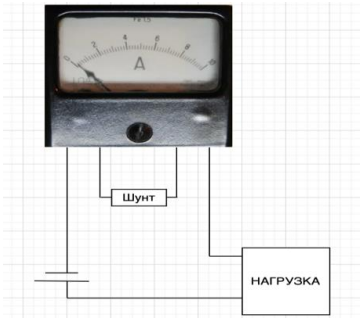


Рис 4. Схема подключение амперметра

На основе вышеперечисленных компонент был собран лабораторный стенд [2], при этом соблюдались требования стандарта [3]. Результаты одного из исследования на стенде представлены в [4].

2. Частотные характеристики утечки

Передача данных через электросеть возможна за счёт высокочастотных колебаний, возникающих при работе процессоров, блоков питания и других компонентов. Эти колебания могут модулировать основную частоту сети (50 Гц), создавая побочные гармоники. Поскольку в бытовых сетях фильтрация высоких частот отсутствует, это создает уязвимость для анализа сигналов.

3. Источники утечки

Основные источники утечки [5]:

1. Флуктуации потребления электроэнергии при вычислениях
2. Излучения импульсных блоков питания
3. Гармонические помехи, возникающие в электросети
4. Использование устройств с обратной связью (например, смарт-счетчики)

4. Границы контролируемой зоны

Контролируемая зона определяется пространством, в котором возможен доступ к анализу электросетевых сигналов. В неё входят:

1. Локальная электросеть здания

2. Линии электропередачи до ближайшей подстанции

3. Беспроводные интерфейсы (если применяются интеллектуальные счетчики)

5. Методы защиты

Защита от утечек данных через электросеть включает:

1. Фильтрацию высокочастотных сигналов (возможные методы)

2. Использование экранирования кабелей

3. Применение случайных колебаний энергопотребления для маскировки

4. Разработка протоколов шифрования данных на уровне интеллектуальных счетчиков

Утечка данных через электросеть представляет собой реальную угрозу, требующую комплексных мер защиты. Развитие технологий требует совершенствования методов мониторинга и контроля потребления электроэнергии.

Источники

1. Иванов А.В. Оценка защищенности информации от утечки по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок. Новосибирск, 2020. С.45-67.

2. Имамутдинов И.И. Лабораторный стенд "Исследование протекания сигналов через Электрощит" // Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы – 2024: сб. тез. докл. XI Междунар. молодеж. науч.-техн. конф. Казань: ИП Сагиев А.Р., 2024. С. 856–857.

3. ГОСТ 32397–2020. Щитки распределительные для производственных и общественных зданий. Введ. 2021–07–01. Москва: Стандартинформ, 2020. 24 с.

4.Шарипов Р.Р. Исследования скорости передачи данных в PLC сети в учебной лаборатории / Р.Р. Шарипов, А.Ф. Фатхелисламов // Информационные технологии обеспечения комплексной безопасности в цифровом обществе: сб. материалов VI Всерос. молодеж. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Уфа: Уфимский ун-т науки и технологий, 2023. С. 55–60.

5. Серебряков М.А. Методы утечки конфиденциальной информации по электрическим каналам / М.А. Серебряков, Р.Р. Шарипов // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании: Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Ижевск: Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова, 2024. С. 399-402.

УДК 001.891

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИГНАЛОВ

Имамутдинов Ильсур Илфатович, Шарипов Рифат Рашатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ имени А.Н.Туполева», г. Казань, Россия
imamutdinov_ilsur@mail.ru

Аннотация. Лабораторный стенд предназначен для измерения напряжения и силы тока в электрической цепи с нагрузкой. В его состав входят счетчик *«Меркурий 201»*, УЗО, дифавтомат, цифровой и аналоговый амперметры. Стенд используется в учебных и исследовательских целях для анализа потребления электроэнергии и изучения характеристик электрических сигналов.

Ключевые слова: лабораторный стенд, электрические сигналы, напряжение, сила тока, электросчетчик «Меркурий 201», УЗО, дифференциальный автомат, вольтметр, амперметр, энергопотребление, измерение электрических параметров, контролируемая нагрузка, электробезопасность.

LABORATORY STAND FOR SIGNAL RESEARCH

Imamutdinov Ilsur Ilfatovich, Sharipov Rifat Rashatovich
A.N.Tupolev KNRTU-KAI, Kazan, Russia
Imamutdinov_ilsur@mail.ru

Abstract. The laboratory stand is designed to measure voltage and current in an electrical circuit with a connected load. It includes a *"Mercury 201"* meter, RCD, circuit breaker, digital and analog ammeters. The stand is used for educational and research purposes to analyze energy consumption and study the characteristics of electrical signals.

Keywords: laboratory stand, electrical signals, voltage, current, *Mercury 201* meter, RCD, circuit breaker, voltmeter, ammeter, energy consumption, electrical parameter measurement, controlled load, electrical safety.

Лабораторный стенд предназначен для исследования электрических сигналов, таких как напряжение и сила тока, в контролируемой зоне [1,2]. Он позволяет проводить измерения параметров электрической цепи при подключении нагрузки. Данный стенд может быть полезен для обучения студентов, проведения лабораторных работ и тестирования характеристик электрических устройств [3]. Лабораторный стенд представлен на рис. 1.

Рис. 1. Лабораторный стенд

1. Назначение стенда. Стенд используется для измерения и анализа электрических параметров, в частности:

1) Напряжение (В) – контролируется цифровым вольтметром, который отображает текущее значение подаваемого напряжения.

2) Сила тока (А) – измеряется двумя устройствами: цифровым амперметром и аналоговым амперметром.

Основная цель стенда – изучение изменения параметров напряжения и силы тока в зависимости от нагрузки, подключенной к системе.

2. Конструкция стенда. Лабораторный стенд представляет собой компактный измерительный комплекс, включающий в себя:

1) Электросчетчик «Меркурий 201» – устройство, предназначенное для учета потребляемой электроэнергии. Оно фиксирует параметры нагрузки, что позволяет анализировать энергопотребление подключенных устройств.

2) Устройство защитного отключения (УЗО) – обеспечивает защиту от поражения электрическим током, отключая питание при утечке тока.

3) Дифференциальный автомат (дифавтомат) – совмещает в себе функции автоматического выключателя и УЗО, обеспечивая защиту от перегрузок и короткого замыкания.

4) Цифровой вольтметр-амперметр – предназначен для отображения текущих значений напряжения и силы тока в цепи.

5) Аналоговый амперметр – устройство с механической стрелочной индикацией, позволяющее проводить измерения силы тока в реальном времени.

6) Розетки для подключения нагрузки – через них подключаются различные электрические устройства, что позволяет исследовать изменения параметров в зависимости от потребляемой мощности.

3. Принцип работы стенда заключается в следующем:

1) Подключенное к розетке устройство (нагрузка) начинает потреблять электроэнергию.

2) Напряжение на входе фиксируется цифровым вольтметром.

3) Сила тока, протекающего через нагрузку, измеряется как цифровым, так и аналоговым амперметром.

4) Электросчетчик фиксирует потребление электроэнергии в режиме реального времени.

5) УЗО и дифференциальный автомат обеспечивают защиту от аварийных ситуаций (утечки тока, перегрузки, короткого замыкания).

4. Область применения. Лабораторный стенд может использоваться в различных целях. 1) В учебных заведениях для проведения лабораторных работ. 2) В исследовательских лабораториях для изучения характеристик электропотребления различных устройств [4]. 3) В тестовых зонах для проверки работы защитных устройств (УЗО, дифавтоматов) и анализа параметров нагрузки.

Данный лабораторный стенд представляет собой универсальное устройство для измерения и анализа электрических параметров. Благодаря наличию цифровых и аналоговых измерительных приборов, а также защитных устройств, он позволяет проводить точные и безопасные исследования электрических сигналов в контролируемых условиях.

Источники

1. Имамутдинов И.И. Лабораторный стенд "исследование протекания сигналов через Электрощит" // Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы – 2024: сб. тез. докл. XI Междунар. молодеж. науч.-техн. конф. Казань: ИП Сагиев А.Р., 2024. С. 856–857.

2. ГОСТ 32397–2020. Щитки распределительные для производственных и общественных зданий. Введ. 2021–07–01. Москва: Стандартинформ, 2020. 24 с.

3. Шарипов Р.Р. Исследования скорости передачи данных в PLC сети в учебной лаборатории / Р.Р. Шарипов, А.Ф. Фатхелисламов // Информационные технологии обеспечения комплексной безопасности в цифровом обществе: сб. материалов VI Всерос. молодеж. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Уфа: Уфимский ун-т науки и технологий, 2023. С. 55–60.

4. Серебряков М.А. Методы утечки конфиденциальной информации по электрическим каналам / М.А. Серебряков, Р.Р. Шарипов // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании: сборник трудов Всероссийской научно-технической конф. Ижевск: Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова, 2024. С. 399-402.

УДК

СОЦИАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ: МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ФИШИНГА И СОЦИАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Калачева Дарья Артёмовна, Иванова Вилия Равильевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
dashunya_2208@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена социальной инженерии и фишингу как угрозам информационной безопасности. Рассматриваться антропогенные (обучение, бдительность) и технические (многофакторная аутентификация, мониторинг, шифрование, ПО) методы защиты. Отмечены достоинства (осведомлённость персонала) и перечислены недостатки (проблема баланса безопасности и удобства).

Ключевые слова: фишинг, социальная инженерия, информация, метод, злоумышленник.

SOCIAL ENGINEERING: METHODS OF PROTECTION AGAINST PHISHING AND SOCIAL ENGINEERING.

Kalacheva Darya Artemovna, Ivanova Viliya Ravilevna
KSPEU, Kazan, Russia
dashunya_2208@mail.ru

Annotation. The article is devoted to social engineering and phishing as threats to information security. Anthropogenic (training, vigilance) and technical (multifactor authentication, monitoring, encryption, software) methods of protection are considered. The advantages (staff awareness) are highlighted and the disadvantages (the problem of balancing safety and convenience) are listed.

Keywords: phishing, social engineering, information, method, attacker.

В современном цифровом мире социальная инженерия и фишинг представляют собой серьёзную угрозу информационной безопасности организаций. Злоумышленники, используя манипулятивные методы, обходят технические защиты, нанося компаниям финансовый и репутационный ущерб, а также компрометируя конфиденциальность и целостность данных.

Фишинг представляет собой мошенническую практику в сети, направленную на незаконное завладение личными данными пользователей, такими как имена пользователей и пароли. Злоумышленники реализуют это, осуществляя масштабные рассылки электронных писем, маскируясь под

известные компании, или отправляя персональные сообщения через различные платформы, например, представляясь банками или действуя в социальных сетях.

Такие письма часто содержат прямую ссылку на веб-сайт, который визуально почти идентичен оригинальному, или перенаправляют пользователя на поддельную страницу. Оказавшись на обманном сайте, мошенники применяют различные психологические уловки, чтобы заставить пользователя ввести свои учетные данные, используемые для доступа к конкретному сайту. Это позволяет им получить несанкционированный доступ к учетным записям и банковским счетам жертвы [1].

Классическим фишингом принято считать мошенничество с помощью электронных писем, сообщений в мессенджерах и поддельных сайтов. Со временем для фишинга стали использовать и другие способы связи: например, телефон и смс. Для этих видов фишинга даже появились отдельные термины – «вишинг» и «смишинг».

Согласно статистическим данным, фишинговые атаки продолжают доминировать среди киберугроз, распространяющихся через электронную почту, составляя почти 40% всех случаев. Мошенники добывают конфиденциальные данные, используя различные методы, такие как сбор информации о сотрудниках атакуемой организации, совершение телефонных звонков с целью обмана или даже физическое проникновение в компанию под видом работника.

Все приемы социальной инженерии эксплуатируют психологические особенности человека и влияют на процесс принятия им решений. Претекстинг — это метод социальной инженерии, при котором злоумышленник создаёт вымышленную ситуацию или легенду, чтобы вызвать доверие у жертвы и получить необходимые данные [3]. Её цель - заставить жертву раскрыть определённую информацию или выполнить конкретное действие. Этот вид атак чаще всего осуществляется по телефону. Техника претекстинга обычно включает не только ложь, но и предварительную подготовку, такую как сбор информации о жертве, например, имя, должность, проекты над которыми работает сотрудник. Это позволяет злоумышленнику завоевать доверие и повысить эффективность атаки.

"Троянский конь" использует интерес или жадность жертвы. Мошенник рассылает письма с "важными" обновлениями для антивируса или сенсационными разоблачениями на коллег. Пока пользователи неосмотрительно открывают все вложения, этот способ будет работать.

"Дорожное яблоко" - это "Троянский конь" в реальном мире, использующий физические носители. Злоумышленник оставляет заражённый диск или карту памяти там, где их легко найти (например, в коридоре или на

парковке). Носитель маскируется под официальный и сопровождается заманчивой подписью.

"Quid pro quo" ("услуга за услугу"): злоумышленник звонит в компанию, представляется техподдержкой и спрашивает о проблемах. Если они есть, то под видом "решения" проблемы, жертва вводит команды, которые запускают вредоносное ПО.

Обратная социальная инженерия направлена на то, чтобы заставить жертву самостоятельно обратиться к злоумышленнику за «помощью». Социальные инженеры часто манипулируют людьми, убеждая их, что они получат что-то ценное в обмен на предоставление данных или доступ к ним. Примером может служить поддельный антивирус, который предлагает пользователю устранить угрозу на компьютере, хотя на самом деле сам является вредоносной программой.

Получив несанкционированный доступ к электронной почте или профилю в социальной сети, злоумышленник получает возможность отправлять сообщения контактам жертвы. Под видом попавшего в беду человека, он рассылает просьбы о финансовой помощи, ссылаясь на ограбление, либо распространяет вредоносные программы или кейлогеры, маскируя их под привлекательный контент [4].

Методы защиты от социальной инженерии и фишинга условно можно разделить на 2 категории: антропогенные и технические.

Антропогенные методы защиты от социальной инженерии опираются на человеческий фактор для противодействия манипуляциями и мошенническим действиям злоумышленников. Такие методы предполагают обучение сотрудников выявлению обучение сотрудников выявлению приёмов социальной инженерии, повышение их внимательности и осведомлённости при общении с незнакомыми людьми, а также внедрение строгих процедур и правил безопасности в рамках организации.

Эффективное применение антропогенных методов защиты от социальной инженерии позволяет организациями снизить риски учетки конфиденциальных данных, избежать финансовых потерь и сохранить свою репутацию. Внедрение таких методов должно стать ключевым приоритетом для любой компании, которая стремится обеспечить надёжную защиту с социальной инженерией.

Для противодействия социальной инженерии, когда злоумышленники прибегают к манипуляциям и обману для кражи секретных сведений, применяются разнообразные технические средства защиты. Ключевые из них представлены ниже:

1. Кодирование информации, делающее её нечитаемой без ключа.

2. Своевременное обновление и техническое обслуживание IT-инфраструктуры.

3. Применение многоступенчатой проверки подлинности пользователя.

4. Внедрение систем отслеживания и протоколирования действий в сети.

5. Развертывание специализированных программных средств для обеспечения безопасности.

При изучении существующих методов противодействия социальной инженерии и фишингу важно четко осознавать своими уникальными преимуществами и недостатками. Для проведения полноценного анализа необходимо детально разобраться в этих аспектах, чтобы оценить эффективность и применимость каждого подхода.

Среди преимуществ используемых подходов к безопасности следует отметить:

а) углубление знаний персонала о приемах злоумышленников и развитие навыков идентификации рискованных ситуаций;

б) обеспечение защиты устройств и сетевой инфраструктуры от вредоносного ПО, что снижает вероятность заражения и компрометации данных;

в) использование многофакторной аутентификации как дополнительного барьера безопасности, требующего подтверждения личности разными способами;

г) обнаружение слабых мест и недостатков в системах защиты, позволяющее оперативно устранять их;

д) охрана секретной информации от нелегального доступа и кодирование данных, что делает их нечитаемыми для посторонних;

е) разработка понятных инструкций и политик для работников, способствующая унифицированной и результативной защите от социальной инженерии и фишинговых атак.

Хотя современные подходы к защите информации обладают множеством преимуществ, целесообразно взглянуть на ситуацию под другим углом. Несмотря на разнообразие существующих средств борьбы с фишингом и социальной инженерией, они не идеальны и имеют ряд уязвимостей. Среди основных проблем можно выделить:

1. Низкий уровень осведомлённости пользователей об угрозах.

2. Трудности в выявлении и нейтрализации новейших тактик злоумышленников.

3. Изменчивость эффективности защиты во времени.

4. Проблемы с достижением оптимального соотношения между безопасностью и удобством для пользователей.

5. Слабая совместимость и взаимодействие между различными защитными механизмами.

6. Недостаточная защищённость мобильных устройств.

7. Сложность в поддержании актуальности применяемых мер безопасности.

8. Уязвимости в защите информации, хранящейся в заблокированном состоянии.

9. Отсутствие должной координации между подразделениями, отвечающими за безопасность. [5].

Подводя итог, стоит отметить наличие большого числа действенных подходов к защите от атак, основанных на социальной инженерии и фишинге. Они позволяют существенно уменьшить вероятность стать жертвой обмана. Вместе с тем, каждый из представленных способов обладает как сильными, так и слабыми сторонами.

Например, обучение сотрудников распознаванию признаков мошенничества и регулярное проведение тренингов повышают осведомленность персонала, но требуют временных и финансовых затрат. Технические меры, такие как антивирусы и спам-фильтры, обеспечивают защиту от вредоносного ПО, но могут быть недостаточно эффективны против сложных атак.

Оптимальная стратегия защиты от социальной инженерии и фишинга должна сочетать различные подходы, учитывающие как человеческий фактор, так и технические решения. Не менее важно постоянно обновлять знания и внедрять современные технологии для обеспечения надежной защиты информации и личных данных.

Источники

1. Фишинг: что это и как его распознать [сайт]. – URL: https://journal.tinkoff.ru/phishing/?ysclid=ltlzwp0iec124574853 (дата обращения: 17.03.2025).

2. Краткое введение в социальную инженерию [сайт]. – URL: https://habr.com/ru/articles/83415/ (дата обращения: 17.03.2025).

3. Социальная инженерия / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Социальная_инженерия (дата обращения: 22.03.2025).

4. Гордиенко В.В., Жданов Д.М. Методы защиты от социальной инженерии и фишинга. их достоинства и недостатки // Auditorium. 2024. №2 (42). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-zaschity-ot-sotsialnoy-inzhenerii-i-fishinga-ih-dostoinstva-i-nedostatki (дата обращения: 17.03.2025).

5. Тепляков С.П. Социальная инженерия: анализ и методы защиты / С. П. Тепляков // Academy. – 2018. – № 7 (34). – С. 26–27.

УДК 004

ПРИМЕНЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ DPI И DLP СИСТЕМ

Касимова Аделия Салаватовна
ЛФ КНИТУ-КАИ, г. Лениногорск, Россия
adeliakasimova200@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена DPI и DLP системам, принципу их работы, а также способам обхода этих систем. Упоминаются IPS и IDS системы.

Ключевые слова: информационные системы, DPI системы, DLP системы, IPS, IDS, информационная безопасность, защита данных.

APPLICATION AND OPERATING PRINCIPLE OF DPI AND DLP SYSTEMS

Kasimova Adelia Salavatovna
LB KNRTU-KAI, Leninogorsk, Russia
adeliakasimova200@gmail.com

Abstract. The article is devoted to DPI and DLP systems, the principle of their operation, as well as ways to bypass these systems. IPS and IDS systems are mentioned.

Keywords: information systems, DPI systems, DLP systems, IPS, IDS, information security, data protection.

В условиях стремительного развития цифровых технологий и увеличения объемов передаваемой информации, системы защиты данных становятся неотъемлемой частью информационной безопасности. Системы глубокой пакетной инспекции (DPI, Deep Packet Inspection) и предотвращения утечек данных (DLP, Data Loss Prevention) играют ключевую роль в выявлении и предотвращении угроз, связанных с кибербезопасностью. Статья рассматривает принципы работы этих технологий, их применение в различных отраслях, а также их важность для защиты конфиденциальной информации.

Системы DPI и DLP являются важными компонентами современной кибербезопасности. DPI представляет собой процесс анализа сетевого трафика на уровне пакетов с целью идентификации, классификации и контроля передаваемой информации. Она помогает обнаруживать и блокировать вредоносные атаки, а также управлять сетевыми ресурсами.

DPI (Deep Packet Inspection) — это технология, позволяющая анализировать содержимое пакетов, проходящих через сеть. DPI функционирует на уровне транспортного протокола, что позволяет ему извлекать данные не только из заголовков, но и из полезной нагрузки

передаваемых пакетов. Это позволяет системам DPI определять тип трафика (например, потоковое видео, файлы, почта) и принимать более обоснованные решения о его маршрутизации, приоритизации или блокировке. DPI часто используется для управления трафиком, фильтрации контента, обеспечения соблюдения корпоративных политик безопасности и просто для обеспечения общей безопасности сети.

Принцип работы DPI охватывает несколько ключевых этапов. Сначала система захватывает пакеты данных, проходящие через сеть. Затем осуществляется анализ содержимого этих пакетов с использованием различных методов, таких как сигнатурный анализ, инспекция содержимого и анализ поведения. Сигнатурный анализ базируется на известных моделях угроз, тогда как инспекция содержимого позволяет выявлять определенные ключевые слова или шаблоны. Анализ поведения позволяет системе определять аномалии в трафике, что может указывать на возможные угрозы. Результаты анализа могут использоваться для блокировки ненадежного трафика, уведомления администраторов о подозрительной активности или применения политик безопасности [1].

Системы предотвращения утечек данных (DLP)[2], с другой стороны, сосредоточены на защите конфиденциальной информации от несанкционированного доступа и утечек. Принцип работы DLP заключается в мониторинге и контроле данных на различных уровнях – от хранения до передачи. Эти системы способны обнаруживать критически важные данные, такие как личные данные, финансовую информацию или интеллектуальную собственность, и обеспечивать их защиту. Системы DLP могут работать на уровне сети, анализируя трафик, или на конечных устройствах, отслеживая действия пользователей, позволяя организациям контролировать использование и передачу информации.

Современные решения DLP предлагают различные функциональные возможности, включая обнаружение и классификацию данных, мониторинг облачных приложений, управление политиками доступа и отчетность. Например, такие решения могут блокировать отправку электронной почты с конфиденциальной информацией или предотвращать копирование данных на внешние устройства. Это позволяет организациям снижать риски утечек данных и соблюдать требования регулирования, такие как GDPR или HIPAA.

Применение DPI и DLP охватывает широкий спектр областей, включая финансовые учреждения, здравоохранение и любые другие организации, обработка данных которых регулируется строгими стандартами. Они помогают предотвращать утечки данных. В финансовых учреждениях DPI может быть использована для выявления мошеннических действий в режиме реального времени, тогда как DLP играет важную роль в защите клиентской информации.

В здравоохранении системы DLP обеспечивают соблюдение требований к защите личных медицинских данных, предотвращая несанкционированный доступ. Данные технологии могут интегрироваться с другими системами безопасности, создавая комплексные решения для защиты информации.

Несмотря на множество преимуществ, системы DPI и DLP также имеют свои недостатки. Например, DPI может привести к задержкам в передаче данных из-за обработки пакетов в реальном времени, что особенно актуально для высокоскоростных сетей. DLP системы также могут сталкиваться с проблемами ложных срабатываний, когда нормальная деловая активность ошибочно идентифицируется как нарушение политик безопасности. К тому же, внедрение и поддержка таких технологий требуют значительных ресурсов и экспертизы.

Таким образом, системы глубокой пакетной инспекции и предотвращения утечек данных являются ключевыми элементами в стратегиях информационной безопасности современных организаций. Их применение способствует повышению уровня защиты конфиденциальной информации, что в свою очередь важно для поддержания доверия клиентов и соблюдения юридических норм. В условиях растущих кибер-угроз, интеграция DPI и DLP в общую архитектуру киберзащиты становится необходимостью для обеспечения безопасности как корпоративных, так и персональных данных.

Системы обнаружения и предотвращения вторжений (IDS и IPS):

IDS (Intrusion Detection System) — это система, предназначенная для мониторинга сети или системы на предмет подозрительной активности и потенциальных нарушений политики безопасности. Она анализирует трафик или системные журналы, пытаясь выявить определенные паттерны, которые могут указывать на атаки, такие как сетевые сканирования, попытки эксплуатации уязвимостей или неправомерный доступ. IDS обычно классифицируются на две основные категории: сетевые (NIDS) и хостовые (HIDS). NIDS контролирует трафик, проходящий через сеть, в то время как HIDS фокусируется на анализе событий и журналов на уровне конечных устройств [3].

IPS (Intrusion Prevention System) – это более продвинутая версия IDS, которая не только обнаруживает подозрительные действия, но и активно реагирует на них. Например, IPS может блокировать подозрительные IP-адреса, прерывать соединения или изменять правила брандмауэра. IPS часто интегрируется с IDS для создания решения «в ноль» — когда система максимально автоматизирует процесс защиты.

Системы IDS и IPS функционируют на более высоком уровне, чем DPI и DLP, потому что они ориентированы на выявление и реагирование на потенциальные угрозы. Они могут использовать методы обнаружения на

основе сигнатур, аномалий и состояния. Сигнатуры – это заранее определенные паттерны известного вредоносного трафика, а метод аномалий сравнивает текущую активность с историческими данными для выявления отклонений [4].

Основное отличие DPI от IDS/IPS заключается в том, что DPI чаще фокусируется на анализе и контроле сетевого трафика, в то время как IDS/IPS направлены на обнаружение и предотвращение атак. DPI может быть компонентом IDS/IPS, но сама по себе не предотвращает атаки; она лишь анализирует проходящий трафик для возможности его фильтрации и контроля.

В условиях современных вызовов кибербезопасности системы глубокой пакетной инспекции (DPI) и предотвращения утечек данных (DLP) играют критически важную роль в обеспечении информационной безопасности организаций. DPI позволяет проводить детальный анализ сетевого трафика, что способствует выявлению и блокировке потенциально вредоносных атак, а также оптимизации управления сетевыми ресурсами. В то же время системы DLP обеспечивают защиту конфиденциальной информации путем мониторинга и контроля данных на всех уровнях, от хранения до передачи, что критически важно для соблюдения регуляторных требований и минимизации рисков утечек.

Объединение возможностей DPI и DLP создает мощный инструмент для организации комплексного подхода к кибербезопасности, позволяя не только реагировать на уже существующие угрозы, но и предсказывать и предотвращать возможные инциденты. Применение этих технологий в таких сферах, как финансы и здравоохранение, подчеркивает их актуальность и необходимость в эффективной защите данных. В дальнейшем следует продолжить исследовать и развивать методы интеграции DPI и DLP с другими системами безопасности, что поможет создать еще более устойчивую защиту информации в условиях постоянно изменяющегося цифрового мира.

Источники

1. Неволин А.О. Базовые принципы сетевого взаимодействия: учебное пособие / А.О. Неволин. Москва: Горячая линия-Телеком, 2022. 80 с.

2. Басыня Е.А. Сетевая информационная безопасность: учебник / Е.А. Басыня. Москва: НИЯУ МИФИ, 2023. 224 с.

3. Бирюков А.А. Информационная безопасность: защита и нападение / А.А. Бирюков. 2-е изд. Москва: ДМК Пресс, 2017. 434 с.

4. Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании: материалы конференции. Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2023. Т. 2 2023. 997 с.

УДК 004.056.53

РАЗРАБОТКА УМНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ЗАЩИТЫ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ

Кирдин Кирилл Дмитриевич, Запорожец Роман Юрьевич, Мухаметзянов Оскар Айдарович
ФГБОУ ВО «КНИТУ–КАИ им. А.Н. Туполева», г. Казань, Россия
kirakir2002@gmail.com

Аннотация: В данной статье рассматривается разработка системы мониторинга и защиты беспроводной сети на основе микроконтроллера ESP32. Основное внимание уделяется выявлению угроз, таких как атаки Man-in-the-Middle (MITM), DoS и MAC Spoofing, а также их предотвращению. Предложенное решение обеспечивает эффективную защиту сети без сложных настроек и высокой стоимости.

Ключевые слова: беспроводная сеть, безопасность, ESP32, promiscuous mode, анализ пакетов, MAC-адрес, обнаружение угроз.

DEVELOPMENT OF A SMART WIRELESS NETWORK MONITORING AND PROTECTION SYSTEM

Kirdin Kirill Dmitrievich, Zaporozhets Roman Yurievich, Mukhametzyanov Oscar Aidarovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
kirakir2002@gmail.com, romanzaporozhetsss@gmail.com, vision_void@mail.ru

Abstract: This paper deals with the development of a wireless network monitoring and protection system based on ESP32 microcontroller. The main focus is on detecting threats such as Man-in-the-Middle (MITM), DoS and MAC Spoofing attacks and preventing them. The proposed solution provides effective network security without complex customization and high cost.

Keywords: wireless network, security, ESP32, promiscuous mode, packet analysis, MAC address, threat detection.

В современном мире беспроводные сети стали неотъемлемой частью нашей жизни. Мы используем Wi-Fi для работы, общения, развлечений и управления умными устройствами. Однако вместе с удобством приходит и необходимость обеспечивать безопасность сетей. Несанкционированный доступ, различные кибератаки – это угрозы, которые могут серьёзно повлиять на конфиденциальность и стабильность беспроводной сети.

Защита информации в сети – это задача, которую нельзя игнорировать. Злоумышленники используют продвинутые методы для получения доступа к персональным данным, поэтому ключевая задача – разработать систему

мониторинга, которая позволит выявлять подозрительную активность и реагировать на угрозы в режиме реального времени. С помощью, предложенной в рамках данной работы системы, возможно, защитить сеть от следующих типов атак:

1. Man-in-the-middle (MITM): злоумышленник перехватывает пакеты данных между устройством и точкой доступа.

2. DoS-атаки: злоумышленник создаёт чрезмерный трафик, с целью сделать сеть недоступной.

3. MAC Spoofing: злоумышленник маскируется под другое устройство, используя его MAC-адрес, для обхода списка контроля.

Общепринятым решением задачи защиты сети являются специализированные устройства, например, USB-адаптеры Wi-Fi, Wi-Fi роутеры или программное обеспечение, работающее на компьютерах. Однако мы предлагаем альтернативное решение – использование микроконтроллера ESP32 [1]. Этот компактный девайс позволяет реализовать функционал профессиональных систем защиты без сложной настройки и высокой стоимости.

Рассмотрим работу с моделью ESP32-C6, так как он поддерживает режим promiscuous mode для перехвата пакетов и может работать как с 2.4 ГГц, так и 5 ГГц диапазоном. С помощью этого микроконтроллера и среды программирования Python на персональном компьютере можно разработать эффективную систему для анализа Wi-Fi сетей, обнаружения подозрительных устройств и защиты от распространённых атак.

Для реализации описанного проекта необходимо настроить ESP32 на чтение пакетов через promiscuous mode, организовать их передачу по UART [2] (протокол последовательной связи) на компьютер. Со стороны компьютера необходимо программно настроить соединение с ESP32, извлечь MAC-адреса и уровень сигнала RSSI (Received Signal Strength Indicator), реализовать на Python чтение данных из COM-порта и логику обнаружения подозрительных устройств и DoS-атак.

В обычном режиме работы Wi-Fi ESP32 получает те пакеты, которые адресованы только ему или отправлены им самим. В режиме promiscuous контроллер может “подслушать” весь трафик в радиусе действия своей антенны. Поэтому необходимо расположить своё рабочее место в прямой видимости роутера сети. Если нет такой возможности, то альтернативно использование внешней антенны с ESP32.

Для нашей работы нам необходимо в среде Arduino IDE написать код для нашего микроконтроллера. Основные шаги настройки:

1. Инициализировать UART.

2. Отключить обычный Wi-Fi режим, включить режим promiscuous.

3. Установить коллбэк-функцию для обработки перехваченных пакетов.

4. Оценка пакета управления, содержащего информацию об устройстве.

5. Передать MAC-адреса и уровень сигнала на компьютер через UART.

Далее для анализа данных необходимо настроить соединение между микроконтроллером и компьютером через COM-порт. Это можно сделать с помощью библиотеки pyserial в Python.

Основные шаги алгоритма на Python:

1. Подключение к COM-порту.

2. Проверка на наличие ключевого слова “MAC”.

3. Извлечение MAC-адреса и уровня сигнала.

4. Запись данных в файл или базу данных для дальнейшего анализа.

Так осуществляется основа для анализа сети. Теперь рассмотрим, что необходимо добавить в алгоритм анализа данных, чтобы защитить сеть от злоумышленников:

1. Необходимо создать список известных устройств для сравнения с перехваченными MAC-адресами. Каждый MAC-адрес проходит сверку со списком, неизвестные устройства могут классифицироваться как потенциально опасные. Организация безопасности: настройка роутера на автоматическую блокировку неизвестных устройств, блокировка опасного устройства вручную, изменение SSID и пароля Wi-Fi.

2. Проверка повторяющихся MAC-адресов. Используя таблицу для отслеживания количества появлений каждого MAC-адреса, можно узнать об атаке типа MITM или MAC Spoofing, если появятся одинаковые MAC-адреса у подключённых устройств. Организация безопасности: блокировка MAC-адреса на уровне роутера, использование шифрования WPA3, использование инструментов анализа сетевого трафика (Wireshark[3]) для исследования активности, включение двухфакторной аутентификации для подключения к сети.

3. Выявление аномально высокого трафика. Добавив счётчик пакетов, можно выявить DoS-атаку, так как сразу отобразится внезапно растущее количество переданных пакетов. Организация безопасности: включение функции QoS приоритизации важного трафика, блокировка IP-адресов, генерирующих чрезмерный трафик, перезапуск оборудования, использование маршрутизаторов со встроенными средствами защиты от DDoS-атак.

4. Для каждого из вышеперечисленных пунктов опционально выведение уведомлений для получения информации об атаках в режиме реального времени.

Способы хранения данных. После того, как ESP32 перехватывает пакеты данных, а Python анализирует их, важно правильно организовать хранение данных для дальнейшего использования. Рассмотрим несколько вариантов:

1. CSV-файл. Простой текстовый формат, удобный для записи табличных данных. Возможность взаимодействия с Excel.

2. SQLite - база данных, не требующая установки сервера. Позволяет выполнять сложные запросы к данным.

3. PostgreSQL – полноценная реляционная база данных. Позволяет осуществлять работу с большими объёмами данных и использовать продвинутые функции анализа.

На этом этапе наша система позволяет анализировать сеть и выявлять потенциальные угрозы. Главными преимуществами этой системы являются низкая стоимость и простота реализации, с которой справится человек, далёкий от кибербезопасности. Для дальнейшего развития проекта есть несколько вариантов оптимизации и автоматизации процесса:

1. Создание отчётов о самых активных устройствах, построение графика изменения уровня сигнала во времени.

2. Интеграция с облачными сервисами, которая позволит осуществить мониторинг сети, находясь в любой точки мира.

3. Создание веб-интерфейса для удобного использования системы.

4. Получение уведомлений на почту или Telegram (разработка бота) при отлучении от компьютера.

Источники

1. Кэмерон Н. Электронные проекты на основе ESP8266 и ESP32. Москва: ДМК Пресс, 2022. 456 с.

2. Release master, Espressif Systems. ESP32-C6 Hardware Design Guidelines. Jan 13, 2025 [Электронный ресурс]. https://docs.espressif.com/projects/esp-hardware-design-guidelines/en/latest/esp32c6/esp-hardware-design-guidelines-en-master-esp32c6.pdf

3. Soepeno R. Wireshark: An Effective Tool for Network Analysis //CYBV-Introd. Methods Netw. Anal. – 2023. – Pp. 1-15.

УДК 004.056

РАЗРАБОТКА КИБЕРПОЛИГОНА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА АТАК НА СЛУЖБУ ACTIVE DIRECTORY

Коклянов Артем Евгеньевич, Губенков Артем Александрович
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия
moderncreed34@gmail.com

Аннотация: В связи с ростом числа инцидентов информационной безопасности и нехваткой специалистов возникает необходимость в подготовке профессионалов по ИБ, обладающих практическими навыками реагирования на инциденты и устранения уязвимостей — специалистов «Blue Team», а также экспертов, способных анализировать действия злоумышленников, проверять системы на уязвимости и имитировать атаки — специалистов «Red Team». Для отработки этих навыков используются киберполигоны — системы моделирования кибератак и защиты от них. Данная работа посвящена разработке киберполигона для моделирования и анализа атак на службу Active Directory.

Ключевые слова: киберполигон, Active Directory, компьютерная атака, домен.

DEVELOPMENT OF A CYBER RANGE FOR MODELING AND ANALYSIS OF ATTACKS ON THE ACTIVE DIRECTORY SERVICE

Koklyanov Artem Evgenievich, Gubenkov Artem Aleksandrovich
Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia
moderncreed34@gmail.com

Abstract: Due to the growing number of information security incidents and the shortage of specialists, there is a need to train information security professionals with practical skills in responding to incidents and eliminating vulnerabilities - "Blue Team" specialists, as well as experts who are able to analyze the actions of intruders, check systems for vulnerabilities and simulate attacks - "Red Team" specialists. Cyber ranges - systems for simulating cyber attacks and protecting against them - are used to practice these skills. This work is devoted to the development of a cyber range for simulating and analyzing attacks on the Active Director service.

Keywords: cyber-polygon, Active Directory, computer attack, domain.

Киберполигон – это искусственно сконструированная виртуальная среда, которая имитирует реалистичные сети и системы и может применяться для обучения, тестирования, проведения учений или исследований в киберпространстве. Основное преимущество использования киберполигона

заключается в возможности протестировать в безопасной и изолированной виртуальной среде ситуации и стратегии обороны/нападения от кибератак [1].

В киберучениях принимают участие две команды: атакующих («Red Team») и защитников («Blue Team»).

Команда атакующих проводит тестирование на проникновение информационной системы, представленной на киберполигоне. Это является примером наступательной безопасности (Offensive Security) — стратегии, направленной на применении активных мер взлома с целью нахождения уязвимостей компьютерных систем.

Команда защитников занимается вопросом обнаружением, анализом инцидентов кибербезопасности, оперативным реагированием, предотвращением их возникновения и составлением отчетности, также ее называют командой SOC (Security Operation Center/Центр обеспечения безопасности). Необходимостью обучения сотрудников SOC является то, что специалисты получают опыт только из реальных инцидентов, количество которых может быть не так велико.

Для разработки киберполигона была выбрана примерная архитектура небольшой компании на базе службы Active Directory. Для дальнейшей работы необходимо подробнее рассмотреть понятия Active Directory.

Active Directory — это технология Microsoft, которая представляет собой распределенную базу данных, в которой хранятся объекты в иерархическом, структурированном и безопасном формате.

Домены Windows обычно используются в больших сетях — корпоративных сетях или государственных организациях.

В рамках киберучений Active Directory используется как самый популярный инструмент построения работы корпоративных сетей. Главной целью атакующей команды является захват контроллера домена путем эксплуатации уязвимостей и повышения привилегий различными способами.

Домен — это логическая совокупность пользователей и компьютеров, которыми можно централизованно управлять. Доменные имена обычно назначаются с помощью службы доменных имен (DNS), например, xyz.com [2].

В работе будут использоваться несколько контроллеров домена, сервер вебприложений, файловый сервер, сервер баз данных и рабочая станция пользователя.

На рисунке 1 представлена схема сети разрабатываемого киберполигона. Киберполигон использует подсеть 10.0.0.0 с маской 255.255.255.0. На киберполигоне используется 3 домена: bank.local, amsterdam.bank.local, secure.local, при этом у домена bank.local есть дочерний домен amsterdam.bank.local, в свою очередь, домен имеет внешнее двустороннее доверие к домену secure.local. Сервер WEB01 будет выполнять роль веб-

сервера, на нем будет установлен IIS и SQL-сервер. Сервер FILE01 будет выполнять роль файлового сервера. Сервер DATA01 будет выполнять роль файлового сервера и сервера баз данных. Рабочая станция WS01 может быть доступна удаленно при помощи PSRemoting.

Для проведения атак атакующей машине так же потребуется сетевой доступ к подсети киберполигона.

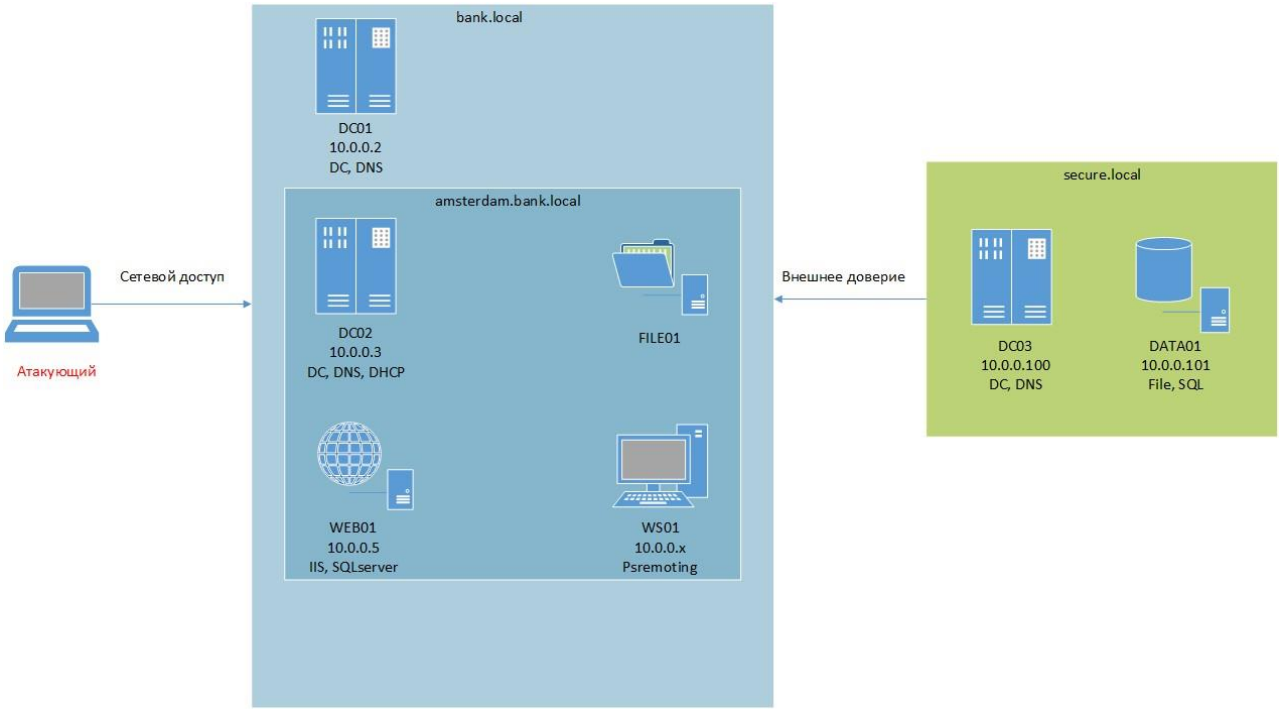


Рисунок 1. Схема сети

Сервер DC01 будет выполнять роль контроллера домена и DNS-сервера для домена bank.local. Сервер DC02 будет выполнять роль контроллера домена, DHCP и DNS-сервера для домена amsterdam.bank.local. Сервер DC03 будет выполнять роль контроллера домена и DNS-сервера для домена secure.local.

Контроллер домена (domain controller) — сервер, управляющий доступом к сетевым ресурсам в рамках одного домена (группы сетей или хостов, объединенных общими политиками безопасности).

Контроллер домена осуществляет аутентификацию пользователя в домене, то есть позволяет ему входить в сеть с помощью одной и той же пары логин-пароль с любого включенного в домен компьютера, на котором это не запрещено политиками безопасности или локальными настройками.

Для выполнения атак участники команды «Red team» могут использоваться различный утилиты для пентеста, такие как: nmap, crackmapexec, kerbrute, impacket, metasploit. Большинство утилит доступны изначально в специальной операционной системе Kali Linux [3].

Nmap (Network Mapper) представляет собой один из наиболее популярных инструментов для сетевого сканирования и разведки. Он позволяет выявлять активные узлы в сети, определять открытые порты, запущенные сервисы и версии используемого программного обеспечения.

CrackMapExec (CME) – мощный инструмент для атак на сетевые службы Windows, в частности, для работы с Active Directory. Он позволяет проводить массовый перебор учетных данных, проверять слабые пароли, выявлять доверенные отношения между системами, а также выполнять команды на удаленных хостах при наличии соответствующих привилегий.

Kerbrute используется для атак на аутентификацию Kerberos. Этот инструмент позволяет осуществлять брутфорс-атаки на учетные записи домена, а также выявлять пользователей, у которых отключена предварительная аутентификация (что делает их уязвимыми к AS-REP Roasting). Kerbrute полезен на начальном этапе атаки, когда необходимо получить список пользователей Active Directory и проверить их пароли.

Impacket представляет собой набор инструментов для работы с сетевыми протоколами, включая SMB, LDAP, RPC и Kerberos. Одним из наиболее известных модулей Impacket является secretsdump.py, который позволяет извлекать хэши паролей из базы данных SAM и реестра Windows.

Metasploit Framework – один из наиболее мощных и гибких инструментов для тестирования на проникновение. Он включает в себя обширную базу эксплойтов, полезных нагрузок (payloads) и вспомогательных модулей, позволяющих автоматизировать эксплуатацию уязвимостей. В контексте атак на Active Directory Metasploit может использоваться для эксплуатации уязвимостей SMB (например, EternalBlue), выполнения атак на учетные записи Kerberos, а также для пост-эксплуатации после успешного получения доступа к системе.

При помощи, подключенной к инфраструктуре SIEM системе можно отслеживать шаги проводимой атаки, это необходимо для расследования инцидентов командой «Blue team», а также для анализа действий «Red team», что поможет развитию навыком участников киберучений на киберполигоне.

Рассмотрим этапы атаки на инфраструктуру подробнее.

Атака начинается с разведки, в ходе которой злоумышленник собирает сведения о пользователях, группах безопасности и сетевых сервисах. Это может быть осуществлено путем отправки LDAP-запросов, анализа RPC-интерфейсов или использования инструментов, таких как BloodHound, позволяющих построить карту сетевого взаимодействия. Полученная информация дает возможность идентифицировать учетные записи, обладающие особыми привилегиями, и определить возможные пути эскалации прав.

Одним из распространенных методов атак на учетные записи является ASREP Roasting. В случае если у пользователя отключена предварительная аутентификация в Kerberos, злоумышленник может запросить для него AS-REP билет и извлечь его хэш. Данный хэш может быть подвергнут оффлайн-атаке перебором, что позволяет восстановить исходный пароль. Подобным образом функционирует атака Kerberoasting, но в данном случае целью становятся сервисные учетные записи, для которых злоумышленник получает билеты TGS, содержащие их пароли в зашифрованном виде [4].

SQL Server, часто используемый в корпоративных средах, представляет собой еще один важный элемент атаки. Если атакующему удается повысить свои привилегии до уровня системного администратора (sysadmin), он получает возможность выполнять произвольные команды на сервере. Это делает SQL Server удобной точкой для горизонтального перемещения по сети. Одной из критически опасных атак является эксплуатация механизма Resource-Based Constrained Delegation (RBCD). Эта уязвимость позволяет атакующему управлять учетными данными других сервисов, перенаправляя аутентификацию Kerberos в свою пользу. В сочетании с манипуляцией списками управления доступом (ACL), это может привести к получению контроля над ключевыми учетными записями домена.

Заключительным этапом атаки становится установление полного контроля над доменом или лесом Active Directory. На данном этапе атакующий получает возможность создавать новые учетные записи, изменять политики безопасности, скрывать свою активность и обеспечивать постоянное присутствие в системе. Такой сценарий представляет наибольшую угрозу, так как может привести к компрометации всей корпоративной сети.

Источники

1. Киберполигон — мультифункциональный комплекс для проведения киберучений // habr.com: сайт. – URL: https://habr.com/ru/articles/80586/ (дата обращения: 20.02.2025)

2. Active Directory. Леса, домены и доверительные отношения // sources.ru: сайт. – URL: https://sources.ru/magazine/1207/2.html (дата обращения: 20.02.2025)

3. Журавлева В.В. Пентест и его особенности / В.В. Журавлева, А.Л. Ткаченко // Дневник науки. – 2023. – № 11(83). – EDN LVKQBS.

4. Hacker, Ralf Active Directory глазами хакера / Ralf Hacker. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2021. – 176 с.

УДК 004.056

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШИТЕЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Корниенко Анатолий Адамович, Корниенко Светлана Владимировна, Осипенко Екатерина Дмитриевна
ФГБОУ ВО ПГУПС, г. Санкт-Петербург, Россия
sv.diass99@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования клавиатурного почерка в качестве поведенческого биометрического показателя потенциального нарушителя информационной безопасности. Показана взаимосвязь между временем удержания клавиш и психоэмоциональным состоянием пользователя.

Ключевые слова: информационная безопасность, клавиатурный почерк

ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF USING KEYBOARD HANDWRITING TO IDENTIFY AN INFORMATION SECURITY VIOLATOR

Kornienko Anatoly Adamovich, Kornienko Svetlana Vladimirovna, Osipenko Ekaterina Dmitrievna
PGUPS, Saint-Petersburg, Russia
sv.diass99@yandex.ru

Abstract. The article considers the possibility of using keyboard handwriting as a behavioral biometric indicator of a potential information security violator. The relationship between the time of holding the key and the psychoemotional state of the user is shown.

Keywords: information security, keyboard handwriting

Одним из главных составляющих поведенческого профиля внутреннего нарушителя является его психоэмоциональное состояние. В качестве базовых традиционно выделяют следующие первичные эмоции: радость, горе, отвращение-презрение, удивление, гнев, страх [1]. В настоящее время достаточно часто сотрудники на рабочем месте испытывают также напряженное состояние (напряжение, стресс) и стыд, поэтому стоит добавить их к указанным эмоциям. У всех людей существуют свои шаблоны поведения, которые довольно стабильные и не меняются на протяжении всей жизни. Резкие изменения эмоционального фона, не связанные с явными изменениями в личной жизни человека, могут являться характерными показателями

вероятного нарушения им режима информационной безопасности случайно или преднамеренно. Наиболее вероятными эмоциями в подобных случаях выступают напряжение, стыд, страх, отвращение, волнение. При таких проявлениях служба безопасности должна обратить внимание на данного сотрудника для более детального анализа ситуации.

С точки зрения работодателя наиболее простым поведенческим биометрическим показателем пользователя, который может указывать на наличие потенциальной инсайдерской угрозы, является клавиатурный почерк [2]. Клавиатурный почерк состоит из совокупности таких параметров, как динамика нажатия клавиш, различные манипуляции с мышью, навигационные привычки и другие статистические данные по вводу-выводу информации. Фиксация и анализ клавиатурного почерка как биометрического идентификатора не требует дополнительных действий от пользователя и сложного специального оборудования. При этом необходимо учитывать, что для эффективного использования данного интегрального параметра требуется сформировать достаточно большой массив статистических данных. При этом клавиатурный почерк показывает достаточно сильную зависимость от психосоматического состояния пользователя, чем можно воспользоваться в целях выявления потенциальных нарушителей безопасности.

Для формирования «клавиатурного профиля пользователя» необходимо в течение достаточного периода (как правило, не менее 5 дней) фиксировать полный набор статистических данных при наборе символов. Затем производится обработка собранных данных. На начальном этапе обработки происходит отсеивание данных о служебных клавишах, например, функциональные клавиши F1 – F12 [3]. После этого выделяется значимая информация: количество опечаток, интервалы между нажатиями клавиш, скорость набора текста, число перекрытий между клавишами и так далее. После статистической обработки полученных данных рассчитанные эталонные характеристики пользователя сохраняются в базе данных. Необходимо отметить, что подобный профиль пользователя требует периодического пересмотра для корректировки по мере накопления большего объема информации.

Одной из наиболее устойчивых и стабильных характеристик клавиатурного почерка является время удержания клавиш. В таблице 1 показаны примерные временные интервалы удержания клавиш для пароля длинною в 8 символов и соответствие этих данных определенной базовой эмоции. Важно понимать, что значения зависят от индивидуальных особенностей каждого пользователя и от ситуации (возраст, заболевания, использование другой клавиатуры и т.д.), поэтому в таблице представлены лишь примерные интервалы времени. Представленные данные получены

эмпирическим путем на выборке из 25 испытуемых в возрасте от 20 до 60 лет с разным уровнем владения печатью. Каждый испытуемый вводил знакомый для него пароль в нескольких эмоциональных состояниях.

Таблица 1. Соответствие базовых эмоций и временных интервалов удержания клавиш для пароля длинною в 8 символов с использованием специальных символов

Эмоция	Временной интервал, с
Радость, приподнятое настроение	0,8 – 1,3
Гнев, злость, агрессия	1,4 – 2
Горе, печаль, усталость	1,4 – 2,4
Страх	1,1 – 2
Спокойствие, удовлетворение	0,7 – 1,5
Напряжение, стыд	1,5 – 2

По результатам эксперимента увидеть хорошо прослеживаемую взаимосвязь между базовыми отрицательными эмоциями, типичными для ситуаций, соответствующих повышенной вероятности появления нарушений режима безопасности, и одной из основных характеристик клавиатурного почерка. Таким образом, клавиатурный почерк может выступать в качестве простого метода экспресс-анализа при выявлении возможных нарушителей в организации. Но при этом необходимо учитывать некоторые особенности применения данного метода. Во-первых, требуется официально уведомить сотрудников о сборе и анализе подобной информации. Во-вторых, получаемые результаты нельзя рассматривать как полностью значимые и окончательные, ведь психосоматическое состояние человека зависит от сложной совокупности различных факторов. Именно поэтому желательно для повышения достоверности выводов проводить анализ нескольких биометрических характеристик.

Источники

1. Ильин Е.П. Эмоции и чувства / СПб: Питер, 2001. 752 с.

2. Корниенко С.В. Методика выявления потенциальных внутренних нарушителей информационной безопасности / С. В. Корниенко, А. В. Пантюхина // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2023. №2(34). С. 50-57.

3. Аверин А.И. Аутентификация пользователей по клавиатурному почерку / А.И. Аверин, Д.П. Сидоров // Огарёв-Online. 2015. № 20 (61). С. 1-5.

УДК 002:004.056.001.5

ОСОБЕННОСТИ И БЕЗОПАСНОСТЬ BIG DATA

Коротких Иван Игоревич, Коротких Татьяна Николаевна
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
korotkikhtn@mpei.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности и характеристики больших данных (Big Data), их достоинства и недостатки, области использования. Показаны проблемы безопасности, а также меры борьбы с кибератаками и с киберугрозами.

Ключевые слова: большие данные, Big Data, искусственный интеллект, машинное обучение, кибератаки, киберугрозы, DDoS-атаки.

FEATURES AND SECURITY OF BIG DATA

Korotkikh Ivan Igorevich, Korotkikh Tatiana Nokolaevna
MPEI, Moscow, Russia
korotkikhtn@mpei.ru

Abstract. The article discusses the features and characteristics of Big Data, their advantages and disadvantages, areas of use. Security issues are shown, as well as measures to combat cyber attacks and cyber threat.

Keywords: Big Data, artificial intelligence, machine learning, cyber attacks, cyber threats, DDoS attacks.

В 2008 г. появился термин Big Data (большие данные). В это понятие входит сбор, обработка, хранение и анализ больших объёмов [1] различных типов данных: структурированных (стандартизованный формат – таблицы), неструктурированных (произвольная форма – текст), полуструктурированных (с характеристиками). К большим данным относятся данные объёмом от 150 Гб в сутки. Каждый человек ежесекундно добавляет 1,7 МБ информации. Прогнозируется увеличение объёма данных в 2025 г. до 175 зеттабайт (10^{21} байт).

Благодаря Big Data можно быстро и эффективно извлекать полезную информацию из большого объёма разнообразных данных, принимать решения.

Источники Big Data бывают 1) социальные (человеческие): письма, фото, видео, анкеты, данные о клиентах, продажах; 2) машинные (сенсорные): с машин и устройств; 3) транзакционные (информационные, финансовые, электронные): банковские операции, оплаты, переводы, место и время транзакций, цена купленного товара, скидки, количество и качество товара, способ оплаты.

Большие данные поступают с видеокамер, спутников, датчиков, смартфонов, сенсоров, регистраторов, интернета вещей (IoT), промышленного интернета вещей (IIoT), транспорта, здравоохранения, биоинформатики, а также из почты, средств массовой информации, публикаций, социальных и рекламных сетей, голосовых помощников, мессенджеров, сайтов, форумов, из журналов кликов в Internet, трафика Internet, баз данных, баз клиентов, мобильных приложений, банкоматов, финансовых транзакций, трекеров (устройств отслеживания людей и животных), архивов.

Big Data обрабатывают данные различных форматов: текст, аудио, видео, изображения. Используются два типа файловых форматов: 1) линейный (строковый): Sequence, AVRO; 2) колоночный (столбцовый): ORC, Parquet, RCFile. Информация, собранная из разных источников, помещается в базы и хранилища для хранения, обработки и анализа, формируются датасеты, далее обработанные данные визуализируются и используются для машинного обучения. Данные объединяются, фильтруются, анализируются, очищаются.

Большие данные хранятся: на серверах компаний, в облачных хранилищах или в DataLake – озерах данных (для управления обработанными данными). В хранилищах хранятся текущие и исторические данные для аналитики бизнеса.

Базовые технологии, которые используются для работы с большими данными: Hadoop – пакет библиотек, утилит (Java) и фреймворков для построения систем; Spark – технология с искусственным интеллектом (ИИ) и машинным обучением (МО), используемая для аналитических запросов; NoSQL – база данных, использующая не стандартные запросы, документы JSON (текстового формата) для хранения и обмена данными. Средства Big Data обрабатывают большие объёмы информации, которые нельзя обработать стандартными средствами. Используются: нейросети, МО, краудсорсинг, Data Mining, предиктивная аналитика, визуализация аналитических данных, статический анализ, методы смешения и интеграции, имитационное моделирование. ИИ используется в Big Data для определения типов данных, поиска связей и распознавания знаний с помощью обработки естественного языка; для управления шаблонами и контекстами, решениями и действиями, целями и рисками.

Основные методы, используемые в Big Data: регрессионный анализ, классификация, кластеризация, поиск корреляций, ассоциативные правила, вычисление деревьев решений.

Существует семь основных характеристик Big Data: объём (volum), скорость (velocity), разнообразие (variety), ценность(value), достоверность (veracity), изменчивость (variability), визуализация (visualization) [2].

Благодаря Big Data можно получить полную и точную информацию о пользователях, продуктах, клиентах, транзакциях, поведении.

Основными разработчиками Big Data являются: Google, IBM, Oracle.

В России разработчиками Big Data являются: Globus, Napoleon IT, SimbirSoft, САПРАН Софт, Супер.Веб, Абилити, DD Planet, 8 appvelox IIc. Участники Big Data: Яндекс, Mail.ru Group, МТС, Ростелеком, Мегафон, Сбербанк, Газпромбанк, Тинькофф, oneFactor, QIWI.

Области использования Big Data: транспорт, торговля, финансы, медицина, промышленность, сельское хозяйство, логистика, наука, образование, бизнес, социальные сети, Internet.

Преимущества Big Data: повышение эффективности работы, быстрая и эффективная обработка данных, персонализация клиентов, экономия затрат и сокращение расходов, увеличение конкурентноспособности, управление рисками и отказами, экономия времени, результативность, выявление закономерностей и трендов, прогнозирование. Результаты используются для формирования предложений, принятия решений, создания новых систем. Big Data, анализируя поведение и переводы, помогают защищать клиентов от мошенников.

Недостатки Big Data: сложности в обработке и хранении информации; сложность процессов и технологий; проблемы надёжности, качества, противоречивости, достоверности, полноты данных; этические вопросы, безопасность данных (сложность защиты, хакерские атаки), несовершенное оборудование, нехватка специалистов, нарушение конфиденциальности информации, накопление ненужной информации (шума), дороговизна.

Существуют проблемы безопасности Big Data: несанкционированный доступ, нарушение конфиденциальности, кража и удаление конфиденциальных данных, физические атаки на системы, аварии, стихийные бедствия, ошибки сотрудников, недоступность или потеря информации, скрытое использование информации и ресурсов (бот-сети), спам, вирусы, установка вредоносного программного обеспечения, фишинг, социальная инженерия, недостоверные и неполные датасеты; хакерские атаки на web-приложения и устройства (оказываются вредоносные действия); DDoS-атаки (большое количество запросов нарушает работу серверов), атаки MitM (посредника) [3]. Ущерб от киберпреступлений ежегодно растёт на 15 %.

Существуют уязвимости в защите, устанавливаются малвары (вредоносное ПО, которое даёт доступ к банковским счетам); рассылается реклама; осуществляется шантаж, майнинг криптовалюты; удаляются данные, изменяются настройки. В 2024 г. мошенники украли 27 миллиардов рублей.

Снижается производительность систем, наносится ущерб системе или пользователю, нарушается работа, конфиденциальность, устанавливается несанкционированный доступ и контроль. Сложно реализовать безопасность различных типов данных. Опасности могут подвергаться: данные, сети, облачные системы, мобильные устройства, web-приложения, устройства IoT,

IIoT. Ущерб может быть нанесён организациям и физическим лицам.

Надо обеспечивать конфиденциальность, доступность и целостность информации, выявлять аномалии. Для обеспечения безопасности Big Data используются меры: контроль доступа, шифрование, резервное копирование информации, мониторинг, разграничение доступа к информации, многоуровневая аутентификация, обновление ПО, обучение. Шифрование затрудняет подделку данных, сохраняет их целостность. Используют шифрование данных на уровне столбцов и TDE (прозрачное шифрование всей базы данных). Применяются методы шифрования: симметричное и ассиметричное шифрование, хеширование. Наиболее популярны алгоритмы шифрования: RSA, AES, ECC, WPA3, Twofish. Необходимо в режиме реального времени анализировать сетевой трафик, мониторить сеть и контролировать доступ, чтобы отслеживать и предотвращать атаки, угрозы, утечку данных, несанкционированный доступ. Для уменьшения ущерба надо быстро и эффективно реагировать на кибератаки. В облачных системах слабо защищены API-ключи, могут быть ошибки в конфигурации. Надо делать защиту контура. Необходимо соблюдать стандарты: HIPAA (в медицине), GDPR (в сети Internet), PCI-DSS (в платежах). Необходимо информировать и обучать сотрудников и клиентов. Надо обновлять пароли и ПО, не переходить по подозрительным ссылкам. Чтобы избежать потерю данных, надо делать резервное копирование (например, Arenadata DB). Для обеспечения безопасности надо использовать: физическую, техническую и административную защиту оборудования и информации, больше внимания уделять вопросам кибербезопасности.

Перспективы Big Data – активное использование ИИ и МО для обработки больших данных; увеличение их безопасности. Big Data активно развиваются и используются для оптимизации и автоматизации бизнес-процессов, анализа поведения, улучшения качества, прогнозирования, принятия решений, но надо больше внимания уделять проблемам безопасности и мерам борьбы с кибератаками.

Источники

1. Макшанов А.В. Большие данные. Big Data: учебник / А.В. Макшанов, А.Е. Журавлев, Л.Н. Тындыкарь. 3-е изд. Санкт-Бетербург: Лань, 2023. 188 с.

2. Hilbert, M. Big Data for Development: A Review of Promises and Challenges. Development Policy Review. 2016. 34(1), p.135-174.

3. Википедия [Электронный ресурс]. URL: https//ru.wikipedia.org/wiki/Информационная безопасность.

УДК 004.056.57

СРЕДСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ

Кудашов Александр Сергеевич, Бобрышева Галина Владимировна
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза, Россия
sasha.kudaschov2014@yandex.ru, g_bobr@mail.ru

Аннотация. В статье приводится статистика кибератак в России. Описывается классификация средств обнаружения и предотвращения вторжений по типу размещения и реагирования на выявленные угрозы и аномалии. Выделены основные лидеры рынка IDPS, их характеристики и особенности, сформулирован вывод по их применению.

Ключевые слова: средства обнаружения и предотвращения вторжений, анализ сетевого трафика, защита конечных точек, анализ активности хоста, IDPS, HIDPS, NIDPS, IDS, IPS, EDR, XDR.

INTRUSION DETECTION AND PREVENTION SYSTEMS

Kudashov Alexander Sergeevich, Bobrysheva Galina Vladimirovna
Penza State University, Penza, Russia
sasha.kudaschov2014@yandex.ru, g_bobr@mail.ru

Abstract. The article provides statistics on cyber attacks in Russia. The classification of intrusion detection and prevention tools by type of placement and response to identified threats and anomalies is described. The main leaders of the IDS market are considered, their characteristics and features are highlighted, and a conclusion is formed on their application.

Keywords: intrusion detection and prevention tools, network traffic analysis, endpoint protection, host activity analysis, IDS, HIDPS, NIDPS, IDS, IPS, EDR, XDR.

Обеспечение информационной безопасности компьютерных сетей частных и государственных компаний различных масштабов является актуальной задачей современного цифрового пространства.

Компания по управлению цифровыми рисками «BI.ZONE» в исследовательском отчёте ландшафта угроз за 2024 год, основанного на данных портала «BI.ZONE Threat Intelligence», сервиса «BI.ZONE TDR» и команды реагирования на инциденты «BI.ZONE DFIR» отметила, что больше всего атакуют госсектор (15%), финансы (13%), транспорт и логистику (11%), применяя как уже известные, так и новые инструменты и методы реализации кибератак [1].

В аналитическом отчете SOC «Кода Безопасности» за первое полугодие 2024 года [2] отмечается следующее разбиение сетевых атак на категории: подозрительная сетевая активность (32%), исполняемый код в сетевых запросах (23,9%), атаки на WEB-приложения (15,6%), обнаружение сетевого трояна (10,7%), потенциальное нарушение политик конфиденциальности (10,3%), прочие категории (7,5%). Обе компании, как и «Лаборатория Касперского» [3], отмечают хоть и незначительный, но стабильный рост кибератак.

Утверждённая в ноябре 2023 года Стратегия развития отрасли связи Российской федерации на период до 2035 года [4] предусматривает переход на доверенные сертифицированные в РФ средства защиты информации, развитие государственного центра обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак, развитие единой централизованной системы защиты от DDoS-атак и другие инициативы, связанные с развитием в области кибербезопасности.

Защитой от различных типов кибератак являются средства обнаружения и предотвращения вторжений (Intrusion Detection and Prevention Systems, IDPS) различных типов, среди которых по типу размещения выделяют сетевые (Network-Based) IDPS (NIDPS) и хостовые (Host-Based) IDPS (HIDPS).

HIPS тщательно изучает атрибуты отдельного хоста и инциденты, происходящие внутри этого хоста, на предмет подозрительной активности. Такие системы проверяют движение сетевого трафика данных (только для этого хоста), журналы хоста, запущенные процессы, состояние приложений, контроль доступа, разрешения и активность системных файлов, относящихся к соответствующему хосту. Такие IDPS чаще всего используются на серверах общего доступа и на серверах, которые обрабатывают конфиденциальную информацию [5].

NIDPS непрерывно отслеживают сетевой трафик для выявления потенциальных угроз безопасности и реагирования на них с использованием датчиков, размещённых по всей сети, для сбора данных о трафике, которые затем анализируются основным механизмом анализа системы [6].

По типу реагирования при обнаружении попытки вторжения IDPS разделяются на системы обнаружения вторжений (Intrusion Detection Systems, IDS), системы предотвращения вторжений (Intrusion Prevention Systems, IPS), системы обнаружения и реагирования на конечных точках (Endpoint Detection and Response, EDR), расширенные системы обнаружения и реагирования (Extended Detection and Response, XDR).

IDS различными методами сигнализируют об обнаруженных угрозах. IPS блокируют угрозы в реальном времени. EDR-системы выполнят более детальный анализ угроз и активностей хоста. XDR предоставляют

комбинировнные возможности EDR, NIDPS, облачной безопасности и других инструментов, обеспечивая целостный подход к безопасности

Результаты аналитического исследования программных продуктов лидеров рынка IDPS представлены в табл. 1. Из приведённой таблицы с основными характеристиками лидеров рынка IDPS видно, что системы KEDR и MaxPatrol EDR фокусируются на угрозах, уже проникших на конечные точки и являются EDR-решениями.

Таблица 1. Характеристики программных продуктов лидеров рынка IDPS

Характеристика	**Kaspersky Endpoint Detection and Response (KEDR)**	**ViPNet IDS HS**	**Secret Net Studio для Linux 8.1 (SNS)**	**MaxPatrol EDR**	**CrowdStrike Falcon**
Основная цель	Обнаружение и реагирование на сложные и скрытые атаки на конечных точках	Обнаружение вторжений и аномальной активности на отдельных хостах	Защита информации на хосте, управление доступом и контроль за ресурсами системы, обнаружение вторжений и аномальной активности	Обнаружение и реагирование на сложные атаки на уровне конечных точек	Комплексная защита конечных точек от широкого спектра угроз, включая сложные атаки
Тип защиты	Реактивная (анализ поведения и аномалий)	Реактивная (анализ системных событий, логов, обнаружение аномалий)	Многоуровневая (и проактивная, и реактивная)	Реактивная (анализ поведения и аномалий на конечных точках)	Многоуровневая (и проактивная, и реактивная)
Область защиты	Конечные точки	Конечные точки	Конечные точки	Конечные точки	Конечные точки (в т.ч. облачные среды)
Уровень угроз	Таргетированные атаки (APT), сложные и неизвестные угрозы	Сложные и неизвестные угрозы	Защита от несанкционированного доступа и использования ПО, утечек, сложные атаки	Сложные атаки, которые смогли проникнуть на конечные точки (APT)	Сложные атаки (APT), безфайловые атаки и т.д.
Архитектура	Локальное развертывание (с централизованным управлением)	Локальное развертывание (с централизованным управлением)	Локальное развертывание (с централизованным управлением)	Локальное развертывание (с централизованным управлением)	Облачная платформа
Управление	Требует высокой экспертизы для настройки и использования	Требует высокой квалификации для настройки и анализа результатов	Требует определенных навыков, есть централизованное управление	Требует квалифицированных специалистов для настройки, анализа и реагирования	Облачная консоль, управление и аналитика в облаке

Характеристика	Kaspersky Endpoint Detection and Response (KEDR)	ViPNet IDS HS	Secret Net Studio для Linux 8.1 (SNS)	MaxPatrol EDR	CrowdStrike Falcon
Тип продукта	Система обнаружения и реагирования на инциденты на конечных точках (EDR)	Система обнаружения вторжений на уровне хоста (HIDS)	Система защиты информации (СЗИ) + система обнаружения вторжений на уровне хоста (HIDS) (на уровне отдельного модуля SNS Firewall)	Система обнаружения и реагирования на инциденты на конечных точках (EDR)	Облачная платформа EPP/EDR
Ключевые функции	Продвинутый поведенческий анализ, обнаружение атак “нулевого дня”, расследование инцидентов, реагирование, интеграция с SIEM, визуализация атак	Мониторинг системных событий, анализ логов, обнаружение вторжений и аномалий, реагирование на инциденты, управление политиками	Разграничение доступа, контроль целостности, устройств и приложений, межсетевое экранирование, мониторинг системных событий, обнаружение вторжений и аномалий, реагирование на инциденты	Мониторинг поведения, обнаружение аномалий и сложных атак, расследование, реагирование на инциденты, интеграция с SIEM, визуализация атак	Защита от вредоносного ПО, эксплойтов, файловых и безфайловых атак, поведенческий анализ, обнаружение угроз, реагирование, интеграция с SIEM
Работает	После проникновения угрозы (стремится обнаружить и локализовать)	После проникновения угрозы (стремится обнаружить и локализовать)	На разных уровнях защиты	После проникновения угрозы (обнаружение и реагирование)	На разных уровнях защиты (стремится предотвратить, обнаруживать и реагировать)

ViPNet IDS HS также срабатывает после возникновения подозрительных активностей на хостах и является HIDS-решением.

SNS обеспечивает комплексную защиту и кроме обеспечения HIDS-функционала является полноценной системой защиты информации, уделяя большое внимание санкционированию действий на конечных точках.

CrowdStrike Falcon является облачной EPP/EDR платформой, сочетающей реактивные и проактивные методы взаимодействия с атаками.

Каждый из основных участников рынка IDPS предлагает уникальные решения с разными сильными сторонами, слабыми сторонами и целевыми рынками. Выбор конкретного решения зависит от потребностей организации, ее размера, специфики и уровня зрелости в области кибербезопасности. В большинстве случаев, для обеспечения полноценной защиты необходимо использовать комбинацию различных инструментов.

Источники

1. Threat Zone 2025: в исследовании представили годовую динамику российского киберландшафта // BI.ZONE – компания по управлению цифровыми рисками [Электронный ресурс]. URL: https://bi.zone/news/threat-zone-2025-v-issledovanii-predstavili-godovuyu-dinamiku-rossiyskogo-kiberlandshafta/ (дата обращения: 15.03.2025).

2. Аналитический отчет центра мониторинга и противодействия кибератакам // Код Безопасности [Электронный ресурс]. URL: https://www.securitycode.ru/upload/iblock/cb8/ob71aga7u4phypy4qn9am2zprql3gtn1/Аналитический%20отчет_первое%20полугодие%202024%20года.pdf (дата обращения: 15.03.2025).

3. Кильдюшин Р. В «Лаборатории Касперского» посчитали все кибератаки на Россию за 2024 год // газета.ru [Электронный ресурс]. URL: https://www.gazeta.ru/tech/news/2025/01/16/24840404.shtml?updated (дата обращения: 16.03.2025).

4. Распоряжение правительства Российской Федерации от 24 ноября 2023 г. № 3339-р // Правительство России. Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: http://static.government.ru/media/files/Pc7fHuejbNvqv17b0RJNv0RIqTo20lUV.pdf (дата обращения: 16.03.2025).

5. Giovanni, V. and Kruegel, C., Host-Based Intrusion Detection, Reliable Software Group, Technical University Vienna, 2005.

6. Asghar, W. Network Intrusion Detection and Prevention in FE Electrical // FE Electrical and Computer Exam Prep Review Course [Электронный ресурс]. URL: https://www.studyforfe.com/blog/network-intrusion-detection-and-prevention/ (дата обращения: 22.03.2025).

УДК 004.056.5:519.7

РОЛЬ ЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ

Куликова Алеся Дмитриевна, Мехоношина Яна Андреевна, Якупов Зуфар Ясавеевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ales.ip@list.ru, yanamekhonoshina@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрена роль логических операций в защите информации. Показано, как эти операции используются для создания механизмов аутентификации, контроля доступа и в криптографии. Продемонстрировано, что глубокое понимание этих операций необходимо для разработки эффективных и устойчивых к атакам систем.

Ключевые слова: логические операции, защита информации, аутентификация, контроль доступа, шифрование, цифровая безопасность.

THE ROLE OF LOGICAL OPERATIONS IN INFORMATION PROTECTION

Kulikova Alesya Dmitrievna, Mekhonoshina Yana Andreevna, Yakupov Zufar Yasaveevich
KSPEU, Kazan, Russia
ales.ip@list.ru, yanamekhonoshina@mail.ru

Abstract. This article examines the role of logical operations in information security. It shows how these operations are used to create authentication, access control, and cryptography mechanisms. It has been demonstrated that a deep understanding of these operations is necessary to develop effective and attack-resistant systems.

Keywords: logical operations, information protection, authentication, access control, encryption, digital security.

В современном мире информация является одним из самых важных ресурсов, объёмы и ценность которой постоянно растут, что делает её очень привлекательной для злоумышленников. В эпоху цифровизации, когда данные становятся основным активом для общества, ключевую роль играют технологии и методы, обеспечивающие защиту информации.

Среди фундаментальных инструментов в защите информации главное место занимают логические операции. Операции И, ИЛИ, НЕ, исключающее ИЛИ являются строительными блоками для возведения сложных систем шифрования, аутентификации, контроля доступа, обеспечения целостности данных [1].

Конъюнкция (лог. И) используется для требований нескольких условий при предоставлении доступа. Например, для входа в систему необходимо ввести правильный логин и пароль:

Доступ = (Введён правильный логин) И (Введён правильный пароль).

Дизъюнкция же (лог. ИЛИ) предоставляет доступ при выполнении хотя бы одного из условий, например, доступ будет предоставлен, если он соответствует хотя бы одному из нескольких уровней допуска:

Доступ = (Биометрическая проверка пройдена) ИЛИ (Введён одноразовый код).

Операция НЕ позволяет явно запрещать доступ определенным пользователям и группам. Пример:

Доступ = НЕ (IP-адрес из запрещённой страны).

Использование логических операций варьируется от простых шифров до сложных алгоритмов защиты данных. Операция исключающего ИЛИ (XOR, $\oplus$) обладает уникальными свойствами – непредсказуемостью и обратимостью. Например, шифрование одноразовым блокнотом (One-Time Pad) [2].

Одноразовый блокнот – единственная теоретически невзламываемая система шифрования при правильном использовании. Алгоритм строится следующим образом:

Генерируется случайный ключ K той же длины, что и сообщение M, производится шифрование: $C = M \oplus K$ и дешифрование: $M = C \oplus K$

Пример в бинарном виде:

Сообщение M: 01100001 01100010 01100011 ('abc')

Ключ K: 10101100 00110101 11010010

Шифротекст C: 1001101 01010111 10110001

При передаче C получатель, имея ключ K, может восстановить исходное сообщение: $C \oplus K = M$.

Рассмотренные логические операции образуют теоретическую базу для решения одной из задач компьютерной безопасности — создания детерминированными методами последовательностей, неотличимых от истинно случайных. Именно здесь булева алгебра встречается с криптографией в генераторах псевдослучайных чисел. ГПСЧ используют логические операции для создания последовательностей. Популярные методы:

1) Линейный конгруэнтный генератор (LCG) – $x_{n+1} = (a \cdot X_n + c) \bmod m$. Часто улучшается добавлением XOR – преобразований.

2) Вихрь Мерсенна – использует XOR, сдвиги и маски.

3) Генераторы на основе хеш-функций, например, HMAC_DRBG (использует SHA–256 и XOR)

Современные SIEM-системы (Security Information and Event Management) используют логические операции для выявления сложных атак, которые могут

состоять из множества событий в разных системах. SIEM-системы работают следующим образом: первоначально собираются события из разных источников, затем применяются логические операции для выявления взаимосвязей, далее при совпадениях условий генерируется уведомление:

(Необычные подключения к серверу изнутри сети) И (Попытки доступа к критическим ресурсам) И НЕ (Пользователь имеет права администратора) → Возможная атака Lateral Movement.

Логические операции помогают обрабатывать огромные объёмы данных, выявляя подозрительные алгоритмы. Пример:

(Доступ к файлам в нерабочее время) И (Попытки копирования на внешние носители) → Подозрительная активность сотрудника.

Иной подход к обеспечению конфиденциальности – скрытие самого факта передачи информации. Метод LSB (Least Significant Bit – наименее значимый бит) – один из самых популярных подходов, активно использующий логические операции (AND, OR, XOR) для незаметного внедрения информации. Логические операции позволяют извлекать LSB из носителя и заменять LSB на биты скрываемого сообщения.

Логические операции являются основой современных систем защиты информации. Они лежат в основе криптографии, обеспечивают контроль доступа, помогают обнаруживать атаки, позволяют скрывать информацию и обеспечивают целостность данных.

Источники

1. Введение в дискретную математику: учебное пособие / И.Р. Мухаметзянов, З.Я. Якупов; под общ. ред. И.Р. Мухаметзянова. – Изд. 2-е, дополн. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2022. – 180 с.

2. Якупов З. Я., Филичев А. С., Галимова Р. К. Защита информационного пространства с использованием технологии RBHM // Аналитическая механика, устойчивость и управление: Труды XI Международной Четаевской конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Н. Г. Четаева и памяти академика АН РТ Т. К. Сиразетдинова, Казань, 13–17 июня 2017 года. Том 4. – Казань: Казанский государственный технический университет им. А. Н. Туполева, 2017. – С. 286-291.

3. Якупов, З. Я., Галимова Р. К. Об Адамаровых матрицах // Математика в современном мире: Материалы Международной конференции, посвященной 150-летию Д. А. Граве, Вологда, 07–10 октября 2013 года / Вологодский государственный педагогический университет. – Вологда, 2013. – С. 40-41.

УДК 004.056

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕГО БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ

Лищишин Максим Анатольевич, Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
assassin_core10@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются интернет-магазины и обеспечение их безопасной работы. По статистике, до трети покупок не совершается, так как клиент считает, что сайт интернет-магазина не защищен. Покупатели должны быть уверены, что их личные данные и информация о карте не попадут к злоумышленникам и мошенникам. Автором сделан вывод о том, что основной функцией безопасности сайта является его работа на защищенном сервере с подключенном SSL сертификатом.

Ключевые слова: интернет-магазин, маркетплейсы, безопасная работа, киберугроза.

ONLINE STORE AND ENSURING ITS SAFE OPERATION

Maxim A. Lishchishin,Valery I. Solovyov
Tayrida College (structural unit) V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
maksimwand1ch@gmail.com

Annotation. The article discusses online stores and ensuring their safe operation. According to statistics, up to a third of purchases are not made because the customer believes that the online store's website is not secure. Buyers should be sure that their personal data and card information will not get to intruders and fraudsters. The author concludes that the main security function of the site is its operation on a secure server with an SSL certificate attached.

Keywords: online store, marketplaces, safe work, cyber threat.

В современную жизнь людей стремительно и совершенно неожиданно ворвалась пандемия COVID-19. Данные обстоятельства, коснувшиеся жизнедеятельности всего мира в 2020 году, сыграли на пользу рынку электронной коммерции. Все больше и больше электронный бизнес начал запускать онлайн-проекты и активно внедряться в сектор e-Commerce. Пришло понимание что, каждому бизнесмену нужен современный и функциональный интернет-магазин.

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных интернет-магазинам и обеспечению их безопасной работы.

В контексте проводимого исследования нам было важно мнение исследователей Семейкиной М.С., Бочкова Е.В., которые в своей статье «Интернет-магазин как форма электронной коммерции» указывают на то что: «…электронная коммерция сегодня играет важную роль в развитии экономики. Интернет-магазины прочно вошли в нашу жизнь, а значит перспективы развития торговли посредством интернет-технологий довольно-таки высоки. Благодаря интернет-магазинам не приходится стоять в очереди и тратить время на покупку товара, а также возможен анализ характеристик и цен.» [1].

Исследователи Татаринцев А.Н., Лоскутова М.В. в своей статье «Особенности организации взаимодействия интернет-предприятий с потребителями товаров и услуг в национальной экономике» отмечают что: «Направление «бизнес-потребитель» представляется наиболее перспективным с коммерческой точки зрения. Его основу составляет электронная розничная торговля. В сети Интернет работает большое число электронных магазинов, предлагающих широкий спектр товаров и услуг.» [2].

Нам было важно учесть мнение учёных Безнощук Л.Ю., Азимов Т.А., которые в своей статье «Проблемы и перспективы интернет торговли в России» указывают на то что: «Интернет торговля в России набирает обороты. Но существует ряд проблем, с которыми стакивается как онлайн покупатель, так и сам продавец. В основном они касаются интерфейса и работоспособности интернет сайта, способов доставки товара и его возврата.» [3].

Российский рынок Интернет-торговли, млрд. руб. показан на рис. 1.

Рис. 1. Российский рынок Интернет-торговли, млрд. руб.

Исследуя виды интернет-мошенничества, нам было важно учесть мнение исследователей Е.С. Новиков, Е.Н. Шатохина, которые в своей статье «Новые виды мошенничества в интернете» отмечают, что «Лучший способ защитить себя от онлайн-мошенников – это установить защитное программное обеспечение на каждое устройство и регулярно обновлять его» [4].

Риски отсутствия кибербезопасности показаны на рис. 2.

Рис. 2. Риски отсутствия кибербезопасности

Все больше потребителей предпочитает покупать товары не выходя из дома в интернет-магазинах. Это удобно, так как сайты работают круглосуточно и можно делать заказы в любое время суток. Товары удобно выбирать, потому что легко сравнить описания и характеристики моделей, прочитать отзывы других покупателей, посмотреть фотографии и видеообзоры. Также имеется еще один важный нюанс - на онлайн-площадках можно разместить гораздо больше видов продукции, чем в обычном магазине [5].

Проведённый анализ показывает, что для того чтобы открыть интернет-магазин, не нужны ни дорогостоящая аренда площадей, ни большая команда. И все же остаются проблемы, которые рано или поздно встают во весь рост перед интернет-предпринимателями. Среди них ключевая - проблема безопасности.

По нашему мнению, безопасным можно назвать интернет-магазин, который стабильно работает и надежно защищен от происков злоумышленников. Нами предлагаются следующие рекомендации, позволяющие защитить и обеспечение безопасную работу сайта интернет-магазина:

- Делайте регулярное копирование сайта и баз данных - бэкап. Причем храните копии хотя бы за 3–5 дней.

- Разграничивайте права доступа на сайте. Если сотрудник размещает картинки и текст на сайте, то не нужно давать ему права администратора сайта.

- Соблюдайте требования безопасности разработчиков CMS (системы управления) сайта. Используйте готовые инструменты и возможности такой системы.

- Делайте тестирование системы, обращайте внимание на ее производительность и ошибки.

В результате проведённого исследования нами сделан вывод о том, что В результате исследования нами дан ответ на вопрос клиентов, какой интернет-магазин они считают безопасным? Это тот, который защищает финансовую и личную информацию покупателя. По статистике, до трети покупок не совершается, так как клиент считает, что сайт не защищен. Покупатели должны быть уверены, что их личные данные и информация о карте не утекут злоумышленникам и мошенникам. Основной функцией безопасности сайта является его работа на защищенном сервере с подключенном SSL сертификатом.

Источники

1. Семейкина, М. С. Интернет-магазин как форма электронной коммерции / М. С. Семейкина, Е. В. Бочкова // Молодой ученый. – 2015. – № 11(91). – С. 977-980.

2. Татаринцев, А. Н. Особенности организации взаимодействия интернет-предприятий с потребителями товаров и услуг в национальной экономике / А. Н. Татаринцев, М. В. Лоскутова // Социально-экономические явления и процессы. – 2015. – Т. 10, № 5. – С. 105-110.

3. Безнощук, Л. Ю. Проблемы и перспективы интернет торговли в России / Л. Ю. Безнощук, Т. А. Азимов // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 11-2(64). – С. 955-957.

4. Новиков, Е. С. Новые виды мошенничества в интернете / Е. С. Новиков, Е. Н. Шатохина // Интеллектуальный потенциал России XXI века : Сборник статей по материалам XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, Мценск, 31 мая 2024 года. – Орёл: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2024. – С. 164-168.

5. Продажи товаров через интернет-магазин: законы и требования для безопасной онлайн-торговли в 2024 году [Электронный ресурс]. https://modulkassa.ru/blog/base/prodazhi-tovarov-cherez-internet-magazin-zakony-i-trebovaniya-dlya-bezopasnoj-onlajn-torgovli-v-2024-godu?srsltid=AfmBOopVd-N1Sfj-p_IeZMviLUoEgSwmTJf_g2dQLNTzIMYcP5lbguJL (дата обращения: 23.03.25).

УДК 003.26

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ РЕАЛИЗЦИИ ФУНКЦИИ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В РЕГИСТРАХ СДВИГА С ЛИНЕЙНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Макаров Сергей Петрович, Шарипов Рифат Рашатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
mspworksmail@gmail.com

Аннотация. В статье описываются основные виды функции обратной связи в регистрах сдвига с линейной обратной связью. Подробно рассказывается о недостатках и преимуществах каждого из способов реализации, а также приводятся примеры применения регистров сдвига с линейной обратной связью в различных алгоритмах шифрования данных.

Ключевые слова: РСЛОС, криптография, Фибоначчи, Галуа.

THE MAIN WAYS TO IMPLEMENT THE FEEDBACK FUNCTION IN SHIFT REGISTERS WITH LINEAR FEEDBACK

Makarov Sergey Petrovich, Rifat R. Sharipov
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
mspworksmail@gmail.com

Annotation. The article describes the main types of feedback function in linear feedback shift registers. The disadvantages and advantages of each implementation method are described in detail, as well as examples of using linear feedback shift registers in various data encryption algorithms.

Key words. LFSR, cryptography, Fibonacci, Galois.

Регистр сдвига с линейной обратной связью (РСЛОС) – это сдвиговый регистр, который с помощью функции обратной связи способен генерировать псевдослучайные последовательности битов. РСЛОС применяется для генерации псевдослучайных последовательностей, которые могут быть использованы для имитационного моделирования. Также он активно применяется в криптографических алгоритмах, таких как семейство шифров SNOW, алгоритмы A5/1 и A5/2 и алгоритм Decim.

Основные составные части регистра сдвига с линейной обратной связью это: регистр сдвига длины L и функция обратной связи, которая используется для вычисления вдвигаемого бита, также она может влиять на внутреннее состояние регистра. Основными параметрами РСЛОС являются: внутреннее состояние РСЛОС и период. Внутренне состояние – это заполнение ячеек

памяти сдвигового регистра, обычно оно обозначается как $S_0, S_1, \dots, S_{n-2}, S_{n-1}$. Начальное состояние РСЛОС называется вектором начального состояние. Период – это количество сдвигов регистра, через которое внутреннее состояние РСЛОС вернется в исходное. Максимальный период равен 2^{L-1} [1]. Пример РСЛОС в конфигурации Фибоначчи представлен на рисунке 1.

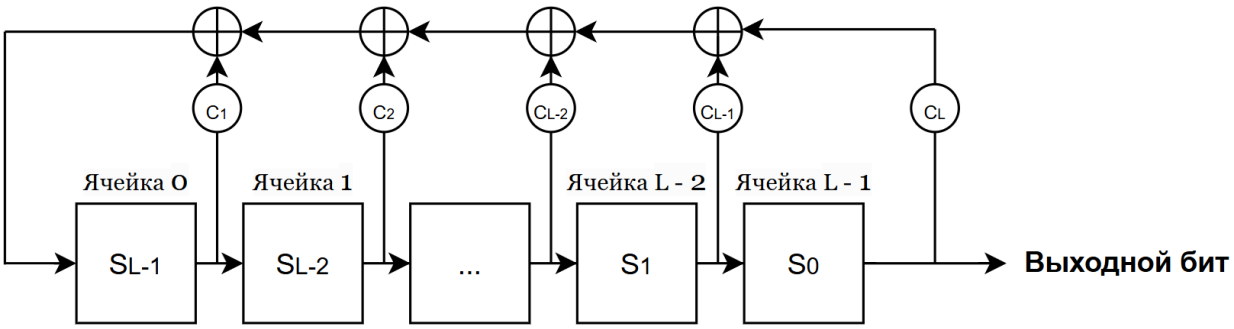


Рис. 1. РСЛОС в конфигурации Фибоначчи

В конфигурации Фибоначчи функция обратной связи вычисляет новое значение для ячейки 0 посредством операции XOR над значениями S_n, у которых значения отводов C_n равно 1.

В конфигурации Галуа (рис. 2) ячейки памяти располагаются в обратном порядке относительно конфигурации Фибоначчи, а функция обратной связи выполняет операцию XOR со всеми выходными значениями ячеек, со значением выходного бита.

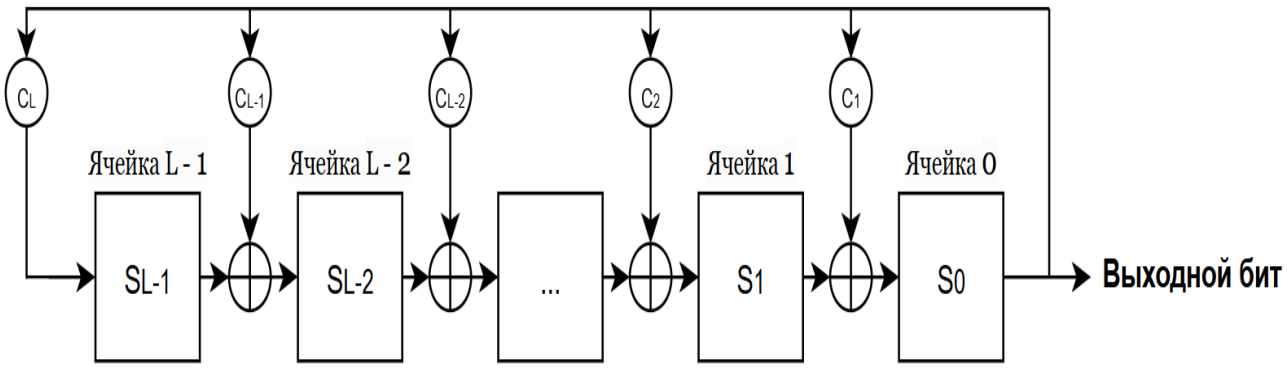


Рис. 2. РСЛОС в конфигурации Галуа

Конфигурации Фибоначчи и Галуа генерируют одинаковые последовательности битов при одинаковых входных данных, однако последовательности генерируемые конфигурацией Галуа будет иметь смещение по времени. Конфигурация Галуа имеет выигрыш в скорости работы программных и аппаратных реализаций за счет возможности выполнить все операции XOR за один такт [2].

Выбор конфигурации регистра сдвига с линейной обратной связью в программных и аппаратных реализациях алгоритмов отличается. В программных реализациях наиболее эффективно использовать конфигурацию Галуа, потому что программная реализация конфигурации Фибоначчи, работает гораздо медленнее. В аппаратных реализациях различие между скоростью работы обоих конфигураций не столь разительное поэтому использование любой конфигурации не очень сильно отразится на скорости работы конечной системы.

Источники

1. В.А. Песошин, В.М. Кузнецов, Генераторы псевдослучайных и случайных чисел на регистрах сдвига. – 2007.

2. Ворончихин, И. А. Эффективные аппаратные реализации криптографических сдвиговых регистров / И. А. Ворончихин, М. А. Батурин, М. Б. Атманских // Математическое и информационное моделирование: Материалы Всероссийской конференции молодых ученых, Тюмень, 17–21 мая 2021 года. Том Выпуск 19. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2021. – С. 266-274.

УДК 004.75

ИНТЕГРАЦИЯ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЗРАЧНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ФИНАНСОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В РФ

Марков Вадим Александрович, Вайтекунене Елена Леонидовна
СибГУ им М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия
Mvadik990@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается роль блокчейн-технологий в повышении прозрачности и безопасности финансовых операций в России. Особое внимание уделено деятельности SberLabs, блокчейн-лаборатории Сбербанка, и ее вкладу в развитие инновационных решений на основе распределенных реестров.

Ключевые слова: блокчейн, финансовая система, SberLabs, прозрачность, безопасность, цифровизация.

INTEGRATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES TO ENHANCE TRANSPARENCY AND SECURITY OF FINANCIAL OPERATIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Markov Vadim Aleksandrovitch, Vaitekune Elena Leonidovna
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia
Mvadik990@gmail.com

Abstract. The article explores the role of blockchain technologies in enhancing the transparency and security of financial operations in Russia. Special attention is paid to the activities of SberLabs, Sberbank's blockchain laboratory, and its contribution to the development of innovative solutions based on distributed ledgers.

Keywords: blockchain, financial system, SberLabs, transparency, security, digitalization.

В условиях стремительной цифровизации блокчейн-технологии превращаются в один из главных инструментов для обеспечения прозрачности, безопасности и эффективности финансовых операций. Россия, как и многие другие государства, активно изучает потенциал применения распределённых реестров в различных отраслях экономики. Одним из заметных примеров таких инициатив является блокчейн-лаборатория Сбербанка – SberLabs, которая разрабатывает и внедряет инновационные решения на основе этой технологии. В данной работе обсуждается актуальность интеграции блокчейна в систему финансов РФ, его роль в повышении прозрачности и безопасности, а также

вклад SberLabs в этот процесс

Технология блокчейн предполагает использование распределённого реестра, в котором данные организованы в виде взаимосвязанных блоков, защищённых криптографией. Каждый блок содержит сведения о транзакциях, проходящих верификацию и подтверждение всеми участниками сети [1].

Российская финансовая система, как и мировая экономика, сталкивается с рядом вызовов, таких как необходимость увеличения прозрачности операций, снижение уровня мошенничества, ускорение расчётов и сокращение издержек. Блокчейн-технологии предлагают эффективные решения для этих задач благодаря таким особенностям, как децентрализация, неизменность данных и открытость реестра.

- Прозрачность и доверие. Блокчейн позволяет создавать публичные реестры, где каждая транзакция записывается и проверяется участниками сети. Это исключает возможность манипуляции данными и повышает доверие между сторонами. Для финансовой системы РФ, где вопросы прозрачности и борьбы с коррупцией остаются актуальными, это особенно важно [2].

- Безопасность. Благодаря криптографическим методам защиты данных блокчейн обеспечивает высокий уровень безопасности. Взлом или подделка данных в блокчейне практически невозможны.

- Снижение издержек. Блокчейн позволяет автоматизировать многие процессы, такие как проверка данных, расчеты и аудит, что снижает операционные издержки и ускоряет выполнение операций.

Широкое внимание к блокчейн-технологиям в банковском секторе России возникло в начале 2016 года, когда данная технология привлекла интерес ведущих игроков рынка, что ознаменовало начало инновационных преобразований в банковской сфере. На Международном финансовом конгрессе в Санкт-Петербурге в 2016 году такие организации, как Тинькофф Банк, QIWI и Альфа-Капитал, объявили о планах создания временного объединения для совместного продвижения перспективных решений на основе блокчейна [3]. Тем не менее, именно Сбербанк сделал решительные шаги по запуску пилотных проектов, интегрируя эту технологию в свои операционные процессы. Эти инициативы заложили основу для масштабного изучения возможностей блокчейна в финансовой индустрии и способствовали развитию современных банковских сервисов.

SberLabs – блокчейн-лаборатория Сбербанка – является одним из ведущих центров исследований и разработок решений на базе блокчейна в России. Лаборатория не только изучает существующие технологии, но и разрабатывает новые продукты на основе распределённых реестров, активно исследуя их применение в таких сферах, как финансы, логистика, здравоохранение и государственное управление [4].

Одним из ключевых направлений деятельности SberLabs является интеграция блокчейн-технологий в финансовые операции Сбербанка. Разработанная лабораторией платформа позволяет осуществлять прямые транзакции между банками, обходя традиционных посредников [5]. Эта платформа использует смарт-контракты для автоматизации расчетов, что значительно ускоряет операции и снижает комиссионные расходы. Подключение к единой блокчейн-сети обеспечивает запись каждой транзакции в распределённый реестр, гарантируя высокий уровень защиты и неизменность данных. Такой подход исключает необходимость в посредниках, таких как клиринговые палаты, и сокращает время обработки платежей с нескольких дней до нескольких минут [6], повышая эффективность и надёжность финансовых операций для всех участников. Кроме того, применение блокчейна способствует росту прозрачности, что укрепляет доверие между банками и их клиентами.

Также SberLabs разработала платформу для эмиссии и управления цифровыми активами, включая токены. Компании могут выпускать токены, представляющие цифровые доли реальных активов – недвижимости, оборудования или товаров. Это позволяет привлекать инвестиции через краудфандинг или продажу токенов на специализированных площадках. Примером такой реализации является пилотный проект по токенизации коммерческой недвижимости, где инвесторы приобретают доли объектов через блокчейн-платформу [7].

По мнению генерального директора Сбербанка Германа Грефа, в ближайшие 10 лет блокчейн может оказать значительное влияние на развитие экономики и технологий в России. Несмотря на то, что данная технология пока находится на начальной стадии, благодаря искусственному интеллекту она станет более доступной, масштабируемой и интегрированной в повседневные процессы [8]. Это создаст новые возможности для автоматизации, оптимизации и формирования инновационных бизнес-моделей, а токенизированные цифровые активы в будущем могут составить значительную долю общего ВВП.

Таким образом, в данной работе рассматриваются блокчейн-технологии как мощный инструмент трансформации финансовой системы России. Их внедрение способствует увеличению прозрачности, безопасности и эффективности операций, отвечая внутренним потребностям страны и глобальным трендам цифровизации. Роль SberLabs, как одного из лидеров в разработке блокчейн-решений, особенно важна, поскольку лаборатория создаёт инновационные технологии и внедряет их в различные секторы экономики. В будущем можно ожидать дальнейшего расширения применения блокчейна в России, что будет способствовать укреплению финансовой системы и повышению её конкурентоспособности на мировом уровне.

Источники

1. Лаборатория блокчейн [Электронный ресурс] URL: https://sberlabs.com/laboratories/laboratoriya- blockchain (дата обращения: 19.03.2025).

2. Развитие технологий блокчейн в финансовой сфере России [Электронный ресурс] URL: https://scienceforum.ru/2024/article/2018036207 (дата обращения: 19.03.2025).

3. Блокчейн: как он работает и почему эта технология изменит мир [Электронный ресурс] URL: https://habr.com/ru/companies/iticapital/ articles/340992/ (дата обращения: 19.03.2025).

4. Advancements in network-based management systems for enhanced business services / V. V. Kukartsev, K. I. Kravtsov, P. S. Suprun [et al.] // E3S Web of Conferences, St. Petersburg, 19–21 сентября 2023 года. Vol. 460. – St. Petersburg: EDP Sciences, 2023. – P. 07003. – DOI 10.1051/e3sconf/202346007003.

5. Using linear regression with the least squares method to determine the parameters of the Solow model / A. A. Boyko, V. V. Kukartsev, V. S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series, Krasnoyarsk, Siberia, 28 февраля 2020 года. – Krasnoyarsk, Siberia, 2020. – P. 012016. – DOI 10.1088/1742-6596/1582/1/012016.

6. The Orb-Weaving Spider Algorithm for Training of Recurrent Neural Networks / A. S. Mikhalev, V. S. Tynchenko, V. A. Nelyub [et al.] // Symmetry. – 2022. – Vol. 14, № 10. – P. 2036. – DOI 10.3390/sym14102036.

7. Martyushev, N. International Conference on Information Technologies in Business and Industry 2016 / N. Martyushev, V. Avramchuk, V. Faerman // Journal of Physics: Conference Series, Tomsk, 21–26 сентября 2016 года. – Bristol: IOPscience, 2017. – P. 011001. – DOI 10.1088/1742-6596/803/1/011001.

8. Герман Греф назвал пять технологий для достижения первенства в мире [Электронный ресурс] URL: https://www.vedomosti.ru/finance/articles/ 2023/04/12/970619-gref-opisal-osnovi-dlya-tehnologicheskogo- proriva-rossii (дата обращения: 19.03.2025).

УДК 004.056.03

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В 2025 ГОДУ: ГЛАВНЫЕ ВЫЗОВЫ И УГРОЗЫ

Минеев Богдан Владимирович, Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
reviyoneton@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается кибербезопасность в 2025 году, главные вызовы и угрозы. Автором сделан вывод о том, что 2025 год принесет множество вызовов в сфере кибербезопасности. Чтобы успешно противостоять новым угрозам, компаниям нужно внедрять современные технологии, укреплять цепочки поставок, обучать сотрудников и сохранять баланс между безопасностью и удобством пользователей. Тщательная подготовка и гибкость станут залогом успеха.

Ключевые слова: информационная безопасность, кибербезопасность, защита данных.

CYBERSECURITY IN 2025: MAIN CHALLENGES AND THREATS

Bogdan V. Mineev, Valery I. Solovyov
Tayrida College (structural unit) V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
reviyoneton@gmail.com

Annotation. The article examines cybersecurity in 2025, the main challenges and threats. The author concludes that 2025 will bring many challenges in the field of cybersecurity. To successfully counter new threats, companies need to implement modern technologies, strengthen supply chains, train employees, and maintain a balance between security and user convenience. Careful preparation and flexibility will be the key to success.

Keywords: information security, cybersecurity, data protection.

Кибербезопасность стремительно меняется, и в 2025 год появятся новые угрозы, с которыми придется столкнуться государствам, бизнесу и обычным людям. Согласно мнению 47% руководителей крупных и средних компаний, в 2025 году, основной угрозой для их информационной безопасности станут кибератаки с целью вымогательства. Растущая активность хакеров, эволюция программ-вымогателей и сложность гибридных рабочих сред - это лишь часть вызовов 2025 года.

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных кибербезопасности в 2025 году, главным вызовам и угрозам.

Борисенко А.В. в своей статье «Понятие кибербезопасности. Кибербезопасность государственных органов» отмечает, что «Информационная

безопасность, или кибербезопасность – это совокупность методов защиты для компьютеров, серверов, мобильных устройств, электронных систем, сетей и данных от атак злоумышленников. Киберугрозы - действия, направленные на кражу данных, внедрения вредоносного программного обеспечения, нарушение работы компьютерных систем.» [1].

В контексте проводимого исследования нам было важно учесть мнение А.П. Куксы, Н.Ф. Порожняка, которые в своей статье «Угрозы кибербезопасности в эпоху цифровизации» подробно рассматривают основные виды угроз, с которыми могут столкнуться пользователи сети Интернет, а также мотивы злоумышленников [2].

Тулепова Г.Н. в своей статье «Вопросы кибербезопасности в системах электроснабжения современных технологических комплексов» отмечает, что «наиболее распространёнными кибератаками являются насыщение сетевого оборудования большим количеством внешних запросов или перехват управления системы» [3].

Е.Е. Третьякова, Е.Е. Потаенко, М.В. Корсак, А.А. Холодилов в своей статье «Исследование трендов кибербезопасности: основные проблемы» отмечают, что «кибербезопасность в настоящее время является критически важной функцией в организациях в нынешнюю эпоху цифрового бизнеса и коммуникаций» [4]. Основные темы прогнозов и антипрогнозов на 2025 год показаны на рис. 1.

Рис. 1. Основные темы прогнозов и антипрогнозов на 2025 год

На приведённой диаграмме видно, что второе место по популярности делят тематические области «Технологии» и «Киберпреступность», по 16,7% соотвнтственно.

Проведённые исследования показали, что искусственный интеллект (ИИ) продолжает трансформировать методы защиты, так и методы нападения в киберпространстве.

По нашему мнению, в 2025 году ожидается, активное использование злоумышленниками, для усиления своих атак ИИ. В то же время, службы, обеспечивающие кибербезопасность в 2025 году, также будут стремиться использовать ИИ.

Согласно данным Gartner, в 2025 году мировые расходы на информационную безопасность вырастут на 15%. Среди основных причин такого роста: переход на облачные технологии; дефицит квалифицированных специалистов; сохранение высокого уровня угроз [5].

По нашему мнению, 2025 год принесет серьезные вызовы, но также и откроет новые возможности для специалистов по кибербезопасности. Адаптация к угрозам нового уровня, станет катализатором использования технологий ИИ и постквантовой криптографии, что станет ключевыми факторами успеха в обеспечении кибербезопасности в 2025 году.

По нашему мнению, в современном мире и в 2025 году особенно, ни одна организация и даже государство не может справиться с киберугрозами самостоятельно. Потому, что киберпреступники действуют глобально, используя сложные методы кибератак, которые могут затронуть множество объектов одновременно. Поэтому важно понимать, что для преодоления киберугроз необходимо изменить подход и рассматривать устойчивость к угрозам информационной безопасности как коллективную ответственность.

Многие руководители компаний рассматривают затраты на кибербезопасность как вынужденные расходы, но такой подход потерял свою актуальность. Современные угрозы требуют системного подхода к защите своей информации, а значит, инвестиции в кибербезопасность должны рассматриваться как долгосрочные вложения в будущее компании. Профилактика стоит дешевле, чем ликвидация последствий кибератаки.

По нашему мнению, компании, которые регулярно обновляют свои системы защиты и проводят аудит уязвимостей, реже становятся жертвами кибератак. Проведённые исследования показали, что современный кибермир постоянно меняется, и в 2025 году появятся новые виды кибератак и уязвимостей. Чтобы противостоять этим вызовам, компаниям нужно быть готовыми к постоянным обновлениям и адаптации своих защитных мер. Необходимо обучать сотрудников основам кибербезопасности, а также использовать современные технологии киберзащиты. Внедрение ИИ позволит быстрее обнаруживать аномалии в работе систем киберзащиты и предотвращать кибератаки.

Нами отмечается, что в 2024 году было зафиксировано множество инцидентов, связанных с уязвимостью популярных мессенджеров и социальных коммуникаций через них. Также в 2024 году неоднократно фиксировались случаи взлома аккаунтов Telegram через уязвимости в

десктопных и мобильных приложениях. Злоумышленники использовали скомпрометированные аккаунты для распространения вредоносного программного обеспечения и проведения фишинговых атак.

Также наблюдается рост использования мессенджеров в качестве платформы для передачи вредоносного кода. Вредоносные боты в Telegram и Discord позволяют автоматизировать атаки и скрытно передавать команды зараженным устройствам.

По нашему мнению, в 2025 году можно ожидать еще большего распространения подобных техник.

В результате проведённого исследования нами сделан вывод о том, что 2025 год принесет множество вызовов в сфере кибербезопасности. Чтобы успешно противостоять новым угрозам, компаниям нужно внедрять современные технологии, укреплять цепочки поставок, обучать сотрудников и сохранять баланс между безопасностью и удобством пользователей. Тщательная подготовка и гибкость станут залогом успеха.

Источники

1. Борисенко А.В. Понятие кибербезопасности. Кибербезопасность государственных органов // Актуальные проблемы развития экономических, финансовых и кредитных систем: сборник материалов X Международной научно-практической конференции. Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2022. С. 297-299.

2. Кукса А.П. Угрозы кибербезопасности в эпоху цифровизации / А.П. Кукса, Н.Ф. Порожняк // Мир в зеркале языков: комплексная парадигма, Шахты, 22 марта 2024 года. Шахты: Донской государственный технический университет, 2024. С. 157-160.

3. Тулепова Г.Н. Вопросы кибербезопасности в системах электроснабжения современных технологических комплексов / Г.Н. Тулепова // Вопросы электротехнологии. 2024. № 3(44). С. 68-73.

4. Исследование трендов кибербезопасности: основные проблемы / Е.Е. Третьякова, Е.Е. Потаенко, М.В. Корсак, А.А. Холодилов // Бюллетень научных сообщений. 2022. № 27. С. 71-75.

5. Угрозы ИБ в 2025 году: что нас ждет? [Электронный ресурс]. https://www.it-world.ru/security/9oquwvilzqckcsc80wo00sss4wws44w.html (дата обращения: 22.03.25).

УДК 004.056.5

ЛОГНОРМАЛЬНОЕ И ПУАССОНОВСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ МАРКИРОВАНИЯ СЕТЕВЫХ ПОТОКОВ

Молькова Лолита Юрьевна, Тихонович Ярослав Степанович
ИСПО, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
г. Санкт-Петербург
Lolita-molkova@mail.ru

Аннотация. В данной статье проводится сравнительный анализ логнормального и пуассоновского распределений в контексте моделирования сетевого трафика и внедрения водяных знаков в сетевой поток (маркирование сетевых потоков). Системы обнаружения вторжений (IDS) и методы скрытого встраивания данных в трафик требуют точного понимания статистического поведения сетевого трафика. Понимание свойств распределений позволяет улучшить устойчивость маркировки и обнаружения атак. В статье показано, что логнормальное распределение более точно описывает агрегированные данные, время обработки и размеры пакетов, в то время как пуассоновское распределение имеет ограниченную применимость и требует модификаций. Рассмотрены возможности применения логнормального распределения для повышения надежности водяных знаков и их скрытности.

Ключевые слова: логнормальное распределение, пуассоновское распределение, сетевой трафик, системы обнаружения вторжений (IDS), маркирование сетевых потоков, внедрение водяных знаков.

LOGNORMAL AND POISSON DISTRIBUTIONS IN NETWORK FLOW MARKING TASKS

Molkova Lolita Yuryevna, Tikhonovich Yaroslav Stepanovich
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU), Saint-Petersburg
Lolita-molkova@mail.ru

Abstract. This article presents a comparative analysis of lognormal and Poisson distributions in the context of network traffic modeling and watermarking in network flows (network flow marking). Intrusion Detection Systems (IDS) and methods for covert data embedding in traffic require an accurate understanding of the statistical behavior of network traffic. Understanding distribution properties helps improve the robustness of marking and attack detection. The study demonstrates that the lognormal distribution more accurately describes aggregated data, processing time, and packet sizes, while the Poisson distribution has limited applicability and

requires modifications. The potential applications of the lognormal distribution for enhancing watermark reliability and stealthiness are discussed.

Keywords: lognormal distribution, Poisson distribution, network traffic, Intrusion Detection Systems (IDS), network flow marking, watermark embedding.

Анализ статистических свойств сетевого трафика имеет важное значение для повышения эффективности современных методов информационной безопасности, включая системы обнаружения вторжений IDS (Intrusion detection system) и технологии внедрения водяных знаков в сетевые потоки. Корректный выбор математической модели позволяет не только точно описывать поведение трафика, но и повышать устойчивость методов маркирования, снижая вероятность обнаружения водяных знаков злоумышленниками.

Одними из наиболее используемых распределений в анализе сетевого трафика являются логнормальное и пуассоновское. Логнормальное распределение описывает распределение размеров пакетов и длительности сеансов, тогда как пуассоновское применяется для моделирования количества событий в фиксированные промежутки времени, например, числа пакетов или соединений в секунду [1, 2].

Актуальность исследования обусловлена усложнением сетевых угроз и необходимостью разработки более точных моделей для защиты данных. Ошибочный выбор распределения может привести к снижению эффективности механизмов обнаружения атак и внедрения водяных знаков.

Логнормальное распределение широко применяется для описания размеров пакетов, времени обработки и других характеристик сетевого трафика. В работе Антониу и др. [2] показано, что агрегация измерений трафика формирует распределение, хорошо аппроксимируемое логнормальным законом. Это особенно заметно при увеличении окна агрегации (например, от 1 секунды и выше). Форма распределения остается стабильной, что делает его надежным инструментом для задач скрытого встраивания данных в трафик.

Маркирование сетевых потоков с помощью водяных знаков требует, чтобы изменения в характеристиках трафика оставались незаметными для стандартных методов анализа. Логнормальное распределение позволяет адаптировать методы внедрения, например, путем изменения времени задержки передачи пакетов или их размеров, не вызывая статистических аномалий, которые могли бы быть обнаружены средствами IDS.

Исследования показывают, что мультипликативный характер трафика (определяемый через вейвлет-преобразование) поддерживает использование логнормального распределения в качестве основной модели. Это подтверждает

возможность применения логнормального распределения для адаптивного изменения параметров передачи с целью скрытого внедрения информации.

Время обработки в IDS: В статье Кабрера [1] отмечается, что время обработки контента (Content Matching, CM) в системах обнаружения вторжений (например, Snort) имеет логнормальный «верхний хвост» (область, где находятся наибольшие значения случайной величины), обрезанный на уровне 1% наибольших значений. Это указывает на то, что логнормальное распределение лучше описывает основную часть данных, в отличие от тяжелохвостых распределений, таких как Парето.

Размеры файлов и время передачи: В работе Дауни [4] подчеркивается, что логнормальное распределение часто лучше описывает размеры файлов и время передачи в Интернете, особенно для больших наборов данных, агрегирующих множество файловых систем. Это согласуется с наблюдениями, что «тяжелые хвосты» (характеристика распределений, у которых вероятность появления очень больших значений убывает медленно) могут быть артефактами небольших выборок.

Пуассоновское распределение — одно из фундаментальных распределений в теории вероятностей и статистике. Оно описывает вероятность того, что за фиксированный промежуток времени или на фиксированном интервале пространства произойдет определенное число событий, если эти события происходят независимо друг от друга и с постоянной средней интенсивностью.

Одним из основных ограничений модели Пуассона является ее неспособность уловить всплески трафика, характеризующие трафик данных (в отличие от голосового трафика в старых телефонных системах) [4,5]

Пуассоновское распределение традиционно используется для моделирования случайных событий, таких как прибытие пакетов в сеть. Однако в контексте внедрения водяных знаков оно имеет ряд ограничений:

- Не учитывает всплески трафика, характерные для современных сетей [2].

- Не воспроизводит тяжелые хвосты, которые важны для корректного описания временных задержек в передаче данных. Корреляции и тяжелые хвосты: В статье Кабрера [2] подчеркивается, что пуассоновские модели не учитывают корреляции во времени обработки пакетов, которые могут существенно влиять на производительность IDS. Кроме того, они не способны описать «тяжелые хвосты», наблюдаемые в некоторых метриках трафика.

- Требует модификаций для учета корреляций во времени прибытия пакетов. Альтернативы для интервалов прибытия: хотя некоторые исследования (например, Дауни [4]) указывают на возможную применимость пуассоновского распределения для интервалов между пакетами, другие работы

[5] демонстрируют, что такие распределения часто требуют модификаций (например, использования составных моделей для адекватного описания данных.

Тем не менее, пуассоновская модель может быть полезна в задачах анализа интервалов между пакетами и оценке нагрузки на сеть при различных методах маркирования.

В таблице 1 представлено сравнение логнормального и пуассоновского распределений по ключевым критериям, важным для анализа сетевого трафика и внедрения водяных знаков.

Таблица 1. Сравнительный анализ распределений

Критерий	Логнормальное распределение	Пуассоновское распределение
Агрегация трафика	Эффективно описывает агрегированные данные	Не подходит для агрегированных данных
Время обработки	Быстрее описывает основную часть распределения	Не учитывает корреляции и тяжелые хвосты
Размеры пакетов	Эффективно моделирует бимодальность трафика	Дает гауссовское распределение
Применимость	Широкая, особенно для больших наборов данных	Ограничена, требует модификаций

В таблице 1 демонстрируется, что логнормальное распределение более универсально и подходит для задач маркирования, так как позволяет сохранять скрытность внедренных данных без создания явных аномалий в трафике. Пуассоновское распределение, в свою очередь, может быть полезно в отдельных случаях, но требует модификаций при применении в задачах водяных знаков.

Заключение. Проведенный анализ подтверждает, что логнормальное распределение является более точной моделью для описания сетевого трафика, что делает его предпочтительным выбором при разработке методов маркирования потоков. Логнормальное распределение сетевого потока позволяет обеспечивать скрытность внедренных данных без создания статистических аномалий, что особенно важно для устойчивости водяных знаков. Пуассоновское распределение, хотя и остается полезным в отдельных сценариях, требует значительных модификаций для применения в задачах внедрения водяных знаков. В дальнейшем представляется перспективным изучение комбинированных моделей, учитывающих преимущества обоих

распределений и позволяющих оптимизировать методы скрытого встраивания данных в сетевой трафик.

Источники

1. Cabrera J. B. D. et al. On the statistical distribution of processing times in network intrusion detection //2004 43rd IEEE Conference on Decision and Control (CDC) (IEEE Cat. No. 04CH37601). – IEEE, 2004. – Т. 1. – С. 75-80.

2. Antoniou I. et al. On the log-normal distribution of network traffic //Physica D: Nonlinear Phenomena. – 2002. – Т. 167. – №. 1-2. – С. 72-85.

3. Jurkiewicz P., Rzym G., Boryło P. Flow length and size distributions in campus Internet traffic //Computer Communications. – 2021. – Т. 167. – С. 15-30.

4. Downey A. B. Lognormal and Pareto distributions in the Internet //Computer Communications. – 2005. – Т. 28. – №. 7. – С. 790-801.

5. Kotenko I. et al. A proactive protection of smart power grids against cyberattacks on service data transfer protocols by computational intelligence methods // Sensors. – 2022. – Т. 22. – №. 19. – С. 7506.

УДК 004.7

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙН И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Мырадов Пальван Сахетмырадович, Абдыев Джумамухаммет Рахманович
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары
pvm87818@gmail.com

Аннотация. В статье анализируется ключевые этапы развития технологии блокчейн, исследовать ее основные области применения, а также обсудить перспективы и вызовы, с которыми она сталкивается в современном мире.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, блокчейн, энергоэффективность, киберугрозы.

DEVELOPMENT OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES AND THEIR APPLICATIONS

Myradov Palvan Sahetmyradovich, Abdyyev Jumamuhammet Rahmanovich
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary
pvm87818@gmail.com

Abstract. This article analyzes the key stages of blockchain technology development, explores its main areas of application, and discusses the prospects and challenges it faces in the modern world.

Keywords: intellectual property, blockchain, energy efficiency, cyber threats.

Введение

Технология блокчейн начала свое развитие с Bitcoin, который был создан в 2008 году Сатоши Накамото. Bitcoin стал первой криптовалютой, использующей блокчейн как способ записи транзакций. Блокчейн в его первичной версии представлял собой цепочку блоков, в которой каждый блок содержал информацию о совершенных транзакциях, а каждый следующий блок был связан с предыдущим через криптографическую подпись. С развитием технологий блокчейн претерпел несколько ключевых изменений:

Первоначальная версия — блокчейн 1.0: В начале блокчейн был использован исключительно для криптовалют, в частности для Bitcoin. Эта версия блокчейна ориентирована на хранение данных о транзакциях с использованием алгоритма консенсуса Proof-of-Work (PoW). Главным достижением стало создание системы, не требующей доверенных посредников, таких как банки [1].

Блокчейн 2.0: В 2013 году Виталик Бутерин предложил концепцию Ethereum, платформы, которая позволила не только осуществлять транзакции, но и создавать смарт-контракты — самовыполняющиеся контракты, код которых автоматически исполняется, когда выполняются заранее определенные условия. Это значительное расширение возможностей блокчейна, поскольку теперь он может использоваться не только для криптовалют, но и для создания децентрализованных приложений (dApps).

Блокчейн 3.0: Современные исследования фокусируются на повышении масштабируемости и скорости обработки транзакций, улучшении энергоэффективности и создании гибких блокчейн-экосистем, которые могут интегрироваться с другими технологиями, такими как искусственный интеллект (AI) и Интернет вещей (IoT). Платформы, такие как Cardano и Polkadot, ориентированы на решение этих проблем, предлагая более устойчивые алгоритмы консенсуса, такие как Proof-of-Stake (PoS), которые требуют меньше энергии и обладают большей скоростью обработки данных.

Развитие блокчейна продолжается, и уже сегодня существуют перспективы перехода к блокчейнам, использующим квантовые вычисления и новые криптографические методы для повышения уровня безопасности.

Применение блокчейн-технологий

Наибольшую известность блокчейн получил благодаря криптовалютам, но со временем его область применения значительно расширилась. Рассмотрим ключевые области, где блокчейн уже активно используется или может быть использован в будущем [2].

Финансовый сектор: На данный момент криптовалюты, такие как Bitcoin и Ethereum, являются основными примерами использования блокчейна в финансовой сфере. Кроме того, блокчейн используется для трансграничных переводов, сокращая издержки и время перевода средств. Платформы, такие как Ripple и Stellar, используют блокчейн для создания эффективных и дешевых международных платежей. Также важным аспектом является токенизация активов, которая позволяет перевести реальные активы, такие как недвижимость или ценные бумаги, в цифровую форму, что упрощает их торговлю и делает более доступным процесс инвестирования.

Логистика и цепочки поставок: Одним из самых перспективных направлений применения блокчейна является управление цепочками поставок. В этой области блокчейн позволяет отслеживать движение товаров на всех этапах их пути от производителя до потребителя, что повышает прозрачность и снижает возможности для мошенничества. Примером является проект IBM Food Trust, который использует блокчейн для отслеживания происхождения продуктов питания, что позволяет повысить безопасность и доверие к поставщикам.

Здравоохранение: В здравоохранении блокчейн может быть использован для хранения медицинских данных пациентов, гарантируя их безопасность и конфиденциальность. Благодаря своей неизменности, блокчейн может обеспечить целостность данных о пациентах и медицинских процедурах, минимизируя ошибки в медицинских записях. Примером является проект Medicalchain, который предоставляет пациентам возможность контролировать свои медицинские данные, предоставляя доступ только авторизованным медицинским учреждениям.

Интеллектуальная собственность и авторские права: В сфере защиты интеллектуальной собственности блокчейн может служить надежным способом защиты авторских прав. Запись произведений на блокчейне может подтвердить их подлинность и защитить их от пиратства. Платформы, такие как Ascribe, позволяют художникам и авторам регистрировать свои работы, обеспечивая право собственности на цифровое произведение.

Перспективы и вызовы

Несмотря на огромный потенциал блокчейн-технологий, существуют ряд вызовов, которые необходимо преодолеть для их более широкого внедрения:

Масштабируемость: Одной из основных проблем современных блокчейнов является их ограниченная способность обрабатывать большое количество транзакций. Например, Bitcoin способен обрабатывать около 7 транзакций в секунду, что значительно меньше, чем Visa или Mastercard, которые обрабатывают тысячи транзакций. Разработка новых методов консенсуса, таких как Proof-of-Stake, а также внедрение решений второго уровня, таких как Lightning Network, обещают улучшить ситуацию.

Энергоэффективность: Механизм консенсуса Proof-of-Work, используемый в Bitcoin и других криптовалютах, требует огромных энергетических затрат. Это приводит к серьезным экологическим проблемам. Переход к Proof-of-Stake и другим менее энергозатратным методам является важным шагом для устойчивого развития блокчейн-технологий [2].

Регулирование: Блокчейн-технологии сталкиваются с различными юридическими и нормативными барьерами. В разных странах принимаются разные подходы к регулированию криптовалют и децентрализованных систем, что затрудняет их глобальное распространение. Для эффективного применения блокчейна в коммерческих и государственных структурах необходимо создание единой правовой базы.

Киберугрозы: Несмотря на высокую степень защиты, обеспечиваемую блокчейном, технологии все еще уязвимы для различных атак. Особенно это касается частных блокчейнов и смарт-контрактов, которые могут содержать ошибки в коде, открывающие доступ к средствам или конфиденциальной информации.

Заключение

Технология блокчейн продолжает развиваться и приобретать все большее значение в различных отраслях. С ее помощью можно создать более безопасные, прозрачные и эффективные системы, которые могут значительно изменить такие области, как финансы, логистика, здравоохранение и государственное управление [3]. Однако для широкого внедрения блокчейн-технологий необходимо решить ряд технических и юридических вопросов. В будущем блокчейн продолжит эволюционировать, и, возможно, мы увидим его интеграцию с другими передовыми технологиями, такими как квантовые вычисления и искусственный интеллект, что откроет новые горизонты для применения этой инновации.

Источники

1. Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. https://bitcoin.org/bitcoin.pdf.

2. Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World. Penguin.

3. Mougayar, W. (2016). The Business Blockchain: Promise, Practice, and the 11 Immutable Laws of Blockchain. Wiley.

УДК 004

ДИПФЕЙКИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОБЩЕСТВО

Мырадов Пальван Сахетмырадович, Какабаева Гульзада Мердановна
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары
pvm87818@gmail.com

Аннотация. Дипфейки, новая технология, основанная на искусственном интеллекте (ИИ), произвели революцию в создании цифрового контента, позволяя гиперреалистично манипулировать аудио, видео и изображениями. Хотя технология предлагает многообещающие применения в различных областях, она также несет значительные риски для конфиденциальности, доверия и безопасности.

Ключевые слова: дипфейки, технология, интеллект, разработка.

DEEPFAKES AND THEIR IMPACT ON SOCIETY

Myradov Palvan Sahetmyradovich, Kakabayeva Gulzada Merdanovna
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary
pvm87818@gmail.com

Abstract. Deepfakes, an emerging technology driven by artificial intelligence (AI), have revolutionized digital content creation by enabling hyper-realistic manipulation of audio, video, and images. While the technology offers promising applications across various domains, it also brings significant risks to privacy, trust, and security.

Keywords: deepfakes, technology, intelligence, development.

Deepfake technology, powered by AI and machine learning, has transformed the digital landscape. The term "deepfake" is derived from "deep learning," a subset of AI, and "fake," reflecting its ability to generate highly realistic fabricated media. Although initially a research experiment, deepfakes have become increasingly sophisticated and accessible, raising concerns about their misuse in areas like misinformation, cybercrime, and social engineering [1].

The exponential rise of deepfake tools and their ability to blur the line between reality and fabrication has placed governments, organizations, and individuals in a challenging position. Understanding the societal impact of deepfakes requires examining their technical underpinnings, potential benefits, and risks.

Generative Adversarial Networks (GANs)

At the core of deepfake technology lies Generative Adversarial Networks (GANs), a framework introduced by Ian Goodfellow in 2014. GANs consist of two

neural networks—a generator and a discriminator—that work in opposition. The generator creates synthetic data, while the discriminator evaluates its authenticity, enabling the generator to improve iteratively [2].

Evolution of Deepfake Tools. Early deepfake tools required significant computational resources and expertise. However, advancements in software like DeepFaceLab, FaceSwap, and FakeApp have made the technology widely accessible. Additionally, online platforms host pre-trained models, further lowering barriers to entry.

Entertainment and Media. Deepfakes have transformed creative industries. Filmmakers can use AI to de-age actors, resurrect deceased performers, or create immersive visual effects. For instance, the Star Wars franchise used deepfake technology to recreate characters from earlier films.

Education and Training. In education, deepfakes provide opportunities to simulate historical events or deliver personalized lessons. Language learning apps, for example, can use synthetic videos of native speakers to enhance practice environments.

Accessibility. Deepfakes enable innovations in accessibility. Synthetic voices generated for individuals with speech impairments, or sign language avatars for the hearing impaired, demonstrate the technology's potential to promote inclusivity.

Business and Marketing. Brands use deepfake technology to personalize marketing campaigns. Virtual influencers powered by AI and deepfake tools have gained popularity, allowing companies to connect with audiences in novel ways.

Political Disinformation. Deepfakes threaten political stability by spreading fabricated content. Fake videos of politicians making controversial statements can erode public trust and incite unrest. For example, deepfake videos targeting elections in several countries have sparked significant concern.

Cybersecurity and Identity Theft. Deepfakes have introduced new avenues for cybercrime, including identity theft and fraud. Synthetic voices can be used in phishing schemes, while manipulated videos can extort individuals or businesses.

Non-consensual Explicit Content. A disturbing trend is the use of deepfakes to create non-consensual explicit content, predominantly targeting women. Victims face severe psychological and reputational harm, prompting calls for stricter regulation [2].

Trust and Verification. The increasing sophistication of deepfakes undermines trust in digital content. In a "post-truth" era, even genuine evidence may be dismissed as fake, complicating legal proceedings and public discourse.

Legislation and Regulation. Countries are enacting laws to address deepfake misuse. The European Union's AI Act and U.S. state-level laws against malicious deepfakes represent initial steps. However, global coordination is essential given the technology's cross-border nature.

Detection and Countermeasures. Efforts to detect deepfakes include developing AI-based tools that analyze inconsistencies in video, audio, or metadata. Facebook, Microsoft, and DARPA have launched initiatives to create robust detection mechanisms.

Ethical Considerations. The ethical use of deepfake technology requires balancing innovation with accountability. Developers and platforms must implement safeguards to prevent misuse, such as watermarking synthetic content.

Public Awareness and Education. Educating the public about deepfake risks is vital. Media literacy programs can help individuals critically evaluate content and identify potential fabrications.

Improved Detection. AI research must focus on advancing detection tools to stay ahead of deepfake creators. Collaboration between governments, academia, and the private sector will be critical.

Responsible Innovation. Developers should adopt ethical frameworks that prioritize transparency and user consent. Open dialogue about the societal implications of deepfake technology is necessary to guide its development.

Legal Harmonization. International cooperation is needed to harmonize laws addressing deepfake misuse. Standardized frameworks can facilitate enforcement and accountability.

Conclusion. Deepfakes exemplify the dual-edged nature of technological innovation. While they offer transformative possibilities in entertainment, education, and accessibility, their misuse threatens privacy, democracy, and social stability [3]. Addressing these challenges requires a combination of legal regulation, technological innovation, and public education. By fostering a culture of responsibility and vigilance, society can harness the benefits of deepfake technology while mitigating its risks.

References

1. Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., et al. (2014). "Generative Adversarial Nets." Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS).

2. Westerlund, M. (2019). "The Emergence of Deepfake Technology: A Review." Technology Innovation Management Review.

3. Chesney, R., & Citron, D. (2019). "Deep Fakes: A Looming Challenge for Privacy, Democracy, and National Security." California Law Review.

УДК 004.891.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ФИШИНГА: СРАВНЕНИЕ С ТРАДИЦИОННЫМИ СРЕДСТВАМИ ЗАЩИТЫ

Назаров Андрей Алексеевич, Губенков Артем Александрович
ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов, Россия
nazarov.nazandre1233@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрена проблема фишинговых атак и недостатки традиционных методов их обнаружения, основанных на статических списках. Для повышения эффективности защиты предложено использовать методы машинного обучения (ML), которые автоматически извлекают признаки из URL-адресов. Проведен сравнительный анализ ML-модели (точность 0.97) и 145 сервисов проверки фишинговых ссылок, из которых только 18 показали точность выше 0.55, а лучший – 0.83. Описаны используемые признаки, методика оценки и экспериментальные результаты, подтверждающие преимущество ML-подхода в обнаружении фишинга.

Ключевые слова: фишинг, машинное обучение, информационная безопасность, обнаружение фишинга, анализ URL-адресов.

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO PROTECT AGAINST PHISHING: A COMPARISON WITH TRADITIONAL DEFENSES

Nazarov Andrei Alekseevich, Gubenkov Artem Aleksandrvich
SSTU, Saratov, Russia
nazarov.nazandre1233@yandex.ru

Abstract. The problem of phishing attacks and the limitations of traditional detection methods based on static lists are examined. To improve protection efficiency, a machine learning (ML)-based approach is proposed, which automatically extracts features from URLs. A comparative analysis was conducted between the ML model (accuracy: 0.97) and 145 phishing detection services, of which only 18 achieved an accuracy above 0.55, with the best reaching 0.83. The study describes the extracted features, evaluation methodology, and experimental results, confirming the advantage of the ML approach in phishing detection.

Keywords: phishing, machine learning, information security, phishing detection, URL analysis.

Фишинговые атаки стали одной из самых серьёзных угроз для современных информационных систем [1]. С каждым годом злоумышленники

совершенствуют свои техники, совершенствуют способы обхода традиционных систем защиты. Фишинг распространяется через электронную почту, SMS-сообщения и социальные сети, что приводит к значительным финансовым потерям и утечкам персональных данных [2]. Требование оперативно реагировать на изменяющиеся тактики атакующих обусловливает необходимость применения методов, способных к самообучению и адаптации.

Методы машинного обучения привлекают внимание исследователей в области информационной безопасности [3-10] благодаря своей способности автоматически извлекать релевантные признаки из сырых данных (например, URL-адресов, HTML-кода) и быстро адаптироваться к новым шаблонам атак. Учитывая динамическую природу фишинговых сайтов, ML-подходы способны обеспечить более высокую точность обнаружения атак по сравнению с традиционными методами. В данной статье проводится сравнительный анализ качества работы модели машинного обучения и ряда сервисов, основанных на общедоступных механизмах обнаружения фишинга.

Для обучения и тестирования модели использовался готовый набор данных [11], содержащий большое количество URL-адресов с извлечёнными признаками.

Основой классификатора является XGBClassifier, который учитывает как нелинейные, так и линейные зависимости между признаками, что особенно актуально для задач обнаружения фишинга. В качестве метрики оптимизации используется logloss, а управляющий параметр random_state фиксирован для обеспечения воспроизводимости результатов.

Для повышения качества модели применяется RandomizedSearchCV. Были настроены следующие гиперпараметры:

- n_estimators (число деревьев): [50, 100, 200]
- max_depth (максимальная глубина деревьев): [3, 5, 7]
- learning_rate (скорость обучения): [0.01, 0.1, 0.2]
- subsample (доля объектов для каждого дерева): [0.8, 0.9, 1.0]
- colsample_bytree (доля признаков для каждого дерева): [0.8, 0.9, 1.0]
- gamma (минимальное снижение потерь для разделения узла): [0, 0.1, 0.2]
- min_child_weight (минимальное количество объектов в листе): [1, 3, 5]

Подбор оптимальных значений ведется по схеме 5-кратной стратифицированной кросс-валидации, что позволяет учитывать дисбаланс классов и исключить переобучение.

Поскольку датасет характеризуется дисбалансом между легитимными и фишинговыми URL, применяется метод SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) для искусственного увеличения выборки для класса меньшинства. SMOTE генерирует синтетические образцы, что позволяет

обеспечить равномерное распределение классов в обучающей выборке и повысить устойчивость модели к ошибкам при предсказании.

В рамках тестирования были проведены следующие измерения:

1. Модель машинного обучения, обученная на указанном наборе данных с использованием широкого спектра признаков, показала точность 0.97. Высокий показатель обусловлен возможностью автоматического извлечения релевантных признаков и оперативной адаптацией модели к изменениям в характере атак. Матрица ошибок представлена на рис. 1.

Рис. 1. Матрица ошибок рассматриваемой модели машинного обучения

2. Проведён сравнительный анализ 145 сервисов проверки фишинговых ссылок. Из них только 18 продемонстрировали точность выше 0.55, а наилучший достиг точности 0.83. Это свидетельствует о том, что традиционные методы и эвристические алгоритмы имеют существенные ограничения при работе в условиях быстрого изменения тактик злоумышленников. Результат измерений представлен на рис. 2.

Полученные результаты подтверждают, что ML-подход позволяет значительно повысить эффективность обнаружения фишинговых атак благодаря динамической адаптации и многоаспектному анализу параметров URL.

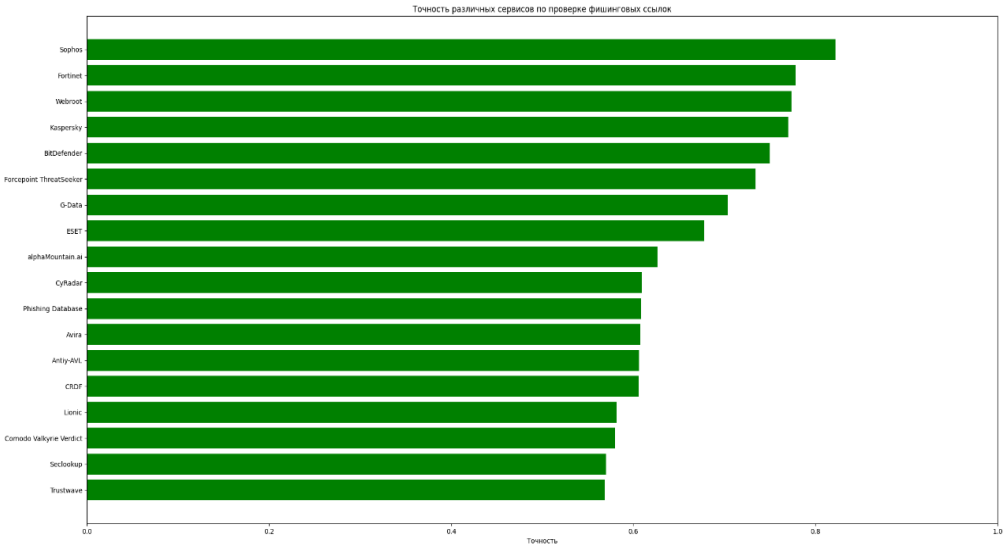


Рис. 2. Диаграмма точности рассматриваемых традиционных механизмов обнаружения фишинговых атак

Источники

1. Кобец П.Н. Фишинговые атаки как один из самых распространенных видов киберпреступности и меры по противодействию // Научный портал МВД России. 2023. №1 (61). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/fishingovye-ataki-kak-odin-iz-samyh-rasprostranennyh-vidov-kiberprestupnosti-i-mery-po-protivodeystviyu.

2. Muminov K., Ziyodjon O. Social Engineering, Human Factor in Cybersecurity // Al-Farg'oniy avlodlari. 2024. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/social-engineering-human-factor-in-cybersecurity.

3. Mutaz Abdel Wahed, Enhanced machine learning algorithm for detection and classification of phishing attacks // International Journal of Open Information Technologies. 2025. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/enhanced-machine-learning-algorithm-for-detection-and-classification-of-phishing-attacks.

4. Pratikkumar A. Barot, Sunil A. Patel, Jethva H.B. Evaluation of performance measures for reliable and secure phishing detection system // RT&A. 2023. №4 (76). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/evaluation-of-performance-measures-for-reliable-and-secure-phishing-detection-system.

5. Корнюхина С.П., Лапонина О.Р. Исследование возможностей алгоритмов глубокого обучения для защиты от фишинговых атак // International Journal of Open Information Technologies. 2023. №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnostey-algoritmov-glubokogo-obucheniya-dlya-zaschity-ot-fishingovyh-atak.

6. Gylychdurdyyev D., Otuzova B. Using ai to detect fake emails and phishing attacks // Символ науки. 2024. №12-2-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/using-ai-to-detect-fake-emails-and-phishing-attacks.

7. Saleem Raja A.S., Pradeepa G., Mahalakshmi S., Jayakumar M.S. Natural language based malicious domain detection using machine learning and deep learning // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2023. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/natural-language-based-malicious-domain-detection-using-machine-learning-and-deep-learning.

8. А А. Отахонов Обнаружение и оценка фишинговых url-адресов с использованием алгоритмов машинного обучения // Al-Farg'oniy avlodlari. 2024. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obnaruzhenie-i-otsenka-fishingovyh-url-adresov-s-ispolzovaniem-algoritmov-mashinnogo-obucheniya.

9. Brij Bhooshan Gupta, Akshat Gaurav, Razaz Waheeb Attar, Varsha Arya, Ahmed Alhomoud, Kwok Tai Chui «Optimized Phishing Detection with Recurrent Neural Network and Whale Optimizer Algorithm», ScienceDirect, 2024. doi: 10.32604/cmc.2024.050815.

10. Abdulla Al-Subaiey, Mohammed Al-Thani, Naser Abdullah Alam, Kaniz Fatema Antora, Amith Khandakar, SM Ashfaq Uz Zaman, Novel interpretable and robust web-based AI platform for phishing email detection, ScienceDirect, 2024. doi: 10.1016/j.compeleceng.2024.109625.

11. Hannousse, Abdelhakim; Yahiouche, Salima «Web page phishing detection», Mendeley Data, V3, 2021. doi: 10.17632/c2gw7fy2j4.3

УДК 004

ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗЗИНГА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ УЯЗВИМОСТЕЙ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ

Нгуен Тхи Тху[1], Нгуен Фук Хау[2], Зарипова Римма Солтановна[3]
[1]Университет Шао-До «SDU», провинция Хай Зыонг, Вьетнам
[2]Университета электроэнергетики «EPU», Ханой, Вьетнам
[3]Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Аннотация: Фаззинг является важным инструментом тестирования программного обеспечения, применяемым для выявления уязвимостей путем генерации случайных входных данных. В данной статье рассматриваются методики применения фаззинга в контексте поиска уязвимостей в программном обеспечении, его эффективность и сравнительные преимущества по сравнению с другими методами тестирования. Основное внимание уделяется технологии фаззинга как прогрессивного механизма выявления уязвимостей, включая использование специализированных инструментов.

Ключевые слова: программное обеспечение, поиск уязвимостей, угрозы, риски, атаки, безопасность.

APPLICATION OF FUZZING FOR VULNERABILITY DETECTION IN SOFTWARE

Thi Thu Nguyen[1], Phuc Hau Nguyen[2], Zaripova Rimma Soltanovna[3]
[1]Sao Do University «SDU», Hai Duong Province, Vietnam
[2]Electric Power University «EPU», Hanoi city, Vietnam
[3]Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Abstract: Fuzzing is an important software testing tool used to identify vulnerabilities by generating random input data. This paper discusses the techniques of applying fuzzing in the context of finding vulnerabilities in software, its efficiency and comparative advantages over other testing methods. The main attention is paid to fuzzing technology as a progressive mechanism of vulnerability detection, including the use of specialised tools.

Keywords: software, vulnerability search, threats, risks, attacks, security.

Современный мир сталкивается с растущими угрозами в области информационной безопасности, что делает поиск уязвимостей в программном обеспечении более актуальным, чем когда-либо ранее [1]. В условиях постоянного появления новых и более сложных угроз кибербезопасности, применение фаззинга становится жизненно важным для организаций с целью

защиты данных и информационных систем [2]. Актуальность данной темы подчеркивается необходимостью разработки эффективных методов тестирования, что способствует активному распространению подходов, основанных на фаззинге, как способа повышения безопасности программного обеспечения.

Фаззинг – методика тестирования, разработанная для автоматического выявления ошибок путем внедрения случайных данных в программы. Фаззинг представляет собой мощный инструмент для обеспечения надежности программного обеспечения. Использование фаззинга для поиска уязвимостей обеспечивает возможность выявления недочетов, которые могут быть использованы злоумышленниками [3].

Цель работы заключается в исследовании применения фаззинга для выявления уязвимостей в программном обеспечении и анализе его эффективности по сравнению с традиционными методами тестирования. Исследование также направлено на выявление лучших практик в настройке и применении фаззинга. В процессе исследования был проведен обзор существующих литературных источников по данной теме. В частности, были рассмотрены работы, посвященные теоретическим аспектам фаззинга, методике его применения и практике выявления уязвимостей [4], а также исследования по применению технологии фаззинг в операционных системах, таких как Linux, с использованием специализированных инструментов.

Наиболее эффективные методики фаззинга можно разделить на несколько категорий, каждая из которых обладает своими особенностями и преимуществами. Перечислим основные из них.

Генерационные фаззеры. Эти инструменты используют грамматические правила для генерации более реалистичных тест-кейсов. Данная методика позволяет формировать последовательности данных, которые соответствуют установленным протоколам или форматам. Это повышает вероятность выявления сложных ошибок и уязвимостей в программном обеспечении.

Мутационные фаззеры. Они начинают действовать с набора исходных данных и модифицируют их для создания новых вариантов. Этот метод может быть весьма быстрым в настройке и использовании, что делает его популярным в тестировании. Однако он может быть менее эффективен для обнаружения более сложных уязвимостей, поскольку не всегда воспроизводит все возможные состояния целевого приложения.

Технология на основе покрытия кода. Эта технология включает в себя инструменты, которые собирают информацию о том, какие части кода были охвачены в процессе тестирования. Некоторые фаззеры применяют данный подход, позволяя в дальнейшем генерировать данные, которые обеспечивают более глубокое покрытие кода. Это способствует выявлению большее

количество уязвимостей, поскольку тестируется больше сценариев выполнения программы [5].

Использование санитайзеров. Санитайзеры – это специальные инструменты, которые помогают выявить ошибки, такие как переполнение буфера и утечки памяти. Их интеграция с фаззерами позволяет обнаруживать и анализировать программные ошибки во время тестирования, что значительно улучшает эффективность выявления уязвимостей.

Комбинированные подходы. Популярностью пользуются методики, которые сочетают в себе различные типы фаззинга, например, генерационные и мутационные фаззеры. Такой комбинированный подход позволяет более эффективно обнаруживать разные классы уязвимостей, адаптируя стратегии тестирования под специфические задачи проектирования [6]. Это делает тестирование более щадящим и эффективным.

Все эти методики позволяют значительно повысить вероятность выявления уязвимостей и делают фаззинг неотъемлемой частью процесса безопасности в разработке программного обеспечения.

Результаты исследования показывают, что фаззинг эффективен для выявления различных типов уязвимостей, включая возможности локального повышения привилегий и удаленного выполнения кода. Участие в фаззинге требует от исследователя продуманного подхода, включая настройку инструментов и подбор соответствующих входных данных. Разработка уникальных конфигураций для фаззинга, в том числе использование ограниченных системных вызовов и модификация ядерного API, позволила значительно повысить вероятность выявления новых уязвимостей. Исследования подтверждают, что фаззинг основан на принципах генерации произвольных и мутационных входных данных, что позволяет обнаруживать ошибки, которые могут быть упущены при традиционном тестировании. Разные методы и подходы к фаззингу варьируются в зависимости от типа тестируемого программного обеспечения и используемых инструментов. Исследования подчеркивают важность выбора правильной стратегии фаззинга (например, мутационный или генеративный фаззинг) для максимизации охвата кода и скорейшего выявления уязвимостей. Также существующие исследования показывают, что фаззинг активно используется для выявления уязвимостей в различных программных продуктах, включая библиотеки, приложения и системы. Некоторые источники акцентируют внимание на практических примерах успешного применения фаззинга для обнаружения уязвимостей, которые привели к улучшению безопасности широко используемых программных решений. Результаты фаззинга приводят не только к выявлению уязвимостей, но и к улучшению общего качества программного обеспечения. Обнаружение и устранение ошибок на ранних этапах разработки способствует

созданию более надежных и безопасных приложений, тем самым снижая эксплуатационные риски. Фаззинг особенно эффективен для тестирования сложных систем с множеством компонентов, таких как веб-приложения, операционные системы и сетевые сервисы. Он может обнаружить уязвимости в различных модулях, собрав полное представление о безопасности всего приложения.

Таким образом, фаззинг представляет собой мощное и гибкое средство для выявления уязвимостей в программном обеспечении. Его использование позволяет значительно повысить безопасность систем. Однако для достижения максимальной эффективности необходимы продуманные стратегии настройки и использования. Планируемые в дальнейшем исследования будут сосредоточены на интеграции фаззинга с другими подходами к тестированию и разработкой новых инструментов для еще более глубокого анализа уязвимостей.

Источники

1. Зарипова Р.С., Тарамов Ю.Х., Сугаипов С.-А.А. Кибербезопасность в коде: стратегии написания безопасного программного обеспечения // Экономика и предпринимательство. 2023. №12 (161). С. 919-921.

2. Дадашова А.С., Николаева С.Г., Джабагова С.С. Информационная безопасность и системный анализ: стратегии защиты и анализ рисков // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 239-241.

3. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г., Назметдинов Ф.Р. Снижение электромагнитных помех и защита информации в вычислительной технике с помощью экранирующих стекол // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2017. № 3 (35). С. 46-57.

4. Пырнова О.А. Культура информационной безопасности // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 153-157.

5. Nuriev M., Kalyashina A., Smirnov Yu., Gumerova G., Gadzhieva G. The 5G revolution transforming connectivity and powering innovations // E3S Web of Conferences. 2024. Т. 515. С. 04008.

6. Пырнова О.А. Информационная безопасность в эпоху квантовых технологий // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. С. 439-443.

7. Хамитов Р.М., Шорина Т.В. Аспекты обеспечения качества программных продуктов // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 625-627.

УДК 004.89: 004.94

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КИБЕРУГРОЗ

Никоноров Данила Петрович, Абдулин Сергей Айдарович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
nikonorov_17@mail.ru, abdulin.sa@kgeu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методы и технологии искусственного интеллекта и машинного обучения, применяемые для обнаружения и классификации современных киберугроз. Проведен анализ эффективности алгоритмов глубокого обучения при выявлении сложных атак, включая APT-кампании и вредоносное ПО. Особое внимание уделено проблемам обработки больших объемов телеметрии и автоматизации процессов обнаружения аномалий. Предложен подход к построению гибридных систем безопасности, сочетающих традиционные методы защиты с современными ML-решениями. Рассмотрены практические аспекты внедрения, включая интеграцию с SOC-платформами и обработку данных в реальном времени. Особо отмечены перспективные направления развития, такие как применение объяснимого ИИ (XAI) и устойчивых к adversarial-атакам моделей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, кибербезопасность, обнаружение угроз, анализ аномалий, нейронные сети, SOC, adversarial-атаки, защита данных.

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING TO DETECT CYBER THREATS

Nikonorov Danila Petrovich, Abdulin Sergey Aidarovich
KSPEU, Kazan, Россия
nikonorov_17@mail.ru, abdulin.sa@kgeu.ru

Abstract. The article discusses the methods and technologies of artificial intelligence and machine learning used to detect and classify modern cyber threats. An analysis of the effectiveness of deep learning algorithms in identifying complex attacks, including APT campaigns and malware, is conducted. Particular attention is paid to the problems of processing large volumes of telemetry and automating anomaly detection processes. An approach to building hybrid security systems that combine traditional protection methods with modern ML solutions is proposed. Practical aspects of implementation are considered, including integration with SOC platforms and real-time data processing. Promising areas of development, such as the use of explainable AI (XAI) and models resistant to adversarial attacks, are especially noted.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, cybersecurity, threat detection, anomaly analysis, neural networks, SOC, adversarial attacks, data protection.

Современный этап развития киберугроз характеризуется качественным усложнением атакующих методик и инструментария. Традиционные детекционные системы, основанные на сигнатурном анализе и правилах, демонстрируют снижение эффективности против новых классов угроз, включая полиморфные вредоносные программы, целевые атаки на цепочки поставок и сложные многоэтапные компрометации. В условиях экспоненциального роста объемов телеметрии и необходимости обработки security-событий в режиме реального времени возникает объективная потребность в принципиально новых подходах к обнаружению угроз [1].

Машинное обучение и методы искусственного интеллекта предлагают концептуально иное решение данной проблемы за счет способности выявлять сложные нелинейные зависимости в данных безопасности, автоматически адаптироваться к изменяющимся атакующим тактикам и обрабатывать многомерные пространства признаков. Современные исследования подтверждают эффективность применения алгоритмов глубинного обучения для задач классификации вредоносного ПО, обнаружения аномалий в сетевом трафике и выявления сложных зависимостей [2].

Однако внедрение данных технологий сопряжено с существенными методологическими и практическими сложностями. К числу ключевых проблем относятся: необходимость обеспечения устойчивости моделей к adversarial-атакам, дефицит качественно размеченных датасетов для обучения, а также вопросы интерпретируемости принимаемых решений. Кроме того, наблюдаются фундаментальные ограничения, связанные с теоретическими основами машинного обучения применительно к задачам информационной безопасности.

Эволюция киберугроз в последнем десятилетии демонстрирует качественную трансформацию векторов атак и используемых злоумышленниками технологий. Наблюдается переход от относительно простых, массовых атак к сложным целевым кампаниям, характеризующимся высокой степенью адаптивности и персонификации. Особую опасность представляют атаки класса Advanced Persistent Threat (APT), в которых сочетаются многоэтапность выполнения, использование нуль-дневных уязвимостей и сложные механизмы persistence [3].

Современные угрозы можно классифицировать по нескольким ключевым направлениям:

Наблюдается рост целенаправленных атак на промышленные системы управления (ICS/SCADA), что обусловлено их повышенной уязвимостью и

значительным потенциалом ущерба. Примером может служить атака с использованием специализированного вредоносного ПО типа Industroyer, направленная на энергетические объекты.

Злоумышленники все чаще атакуют не конечные цели, а доверенные компоненты программного обеспечения. Яркими примерами стали инциденты с SolarWinds и Kaseya, где компрометация процессов обновления ПО позволила злоумышленникам получить доступ к системам множества организаций.

Современные криптографические вымогатели используют методы горизонтального перемещения по сети перед активацией шифрования, что значительно увеличивает масштаб потенциального ущерба.

Появляются первые случаи применения генеративных моделей для создания фишингового контента и обхода систем обнаружения.

Параллельно с усложнением угроз наблюдается кризис традиционных систем защиты. Сигнатурные методы демонстрируют ограниченную эффективность против новых образцов вредоносного ПО, в то время как системы, основанные на правилах, требуют постоянной актуализации и не способны выявлять неизвестные угрозы. Серьезной проблемой становится перегрузка специалистов по безопасности из-за большого количества ложных срабатываний, что снижает оперативность реагирования на реальные инциденты [4].

Современные вызовы кибербезопасности требуют принципиально новых подходов к обнаружению угроз, методов способных обрабатывать многомерные пространства признаков, выявлять сложные временные зависимости, адаптироваться к изменяющимся тактикам атак и минимизировать участие человека в процессе анализа. Внедрение технологии искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения позволяют решить данные проблемы благодаря высокой способности обучаться. ИИ и машинное обучение способные не просто дополнить, а во многом заменить традиционные методы обнаружения угроз.

На практике внедрение ИИ-решений происходит по нескольким ключевым направлениям, каждое из которых отвечает на конкретные вызовы, описанные ранее. В области анализа сетевого трафика, где традиционные сигнатурные методы давно исчерпали свой потенциал, глубокое обучение позволяет выявлять сложные паттерны аномальной активности. Нейросетевые модели, обученные на обширных датасетах сетевой активности, успешно идентифицируют:

– замаскированные каналы передачи данных, которые остаются незамеченными при ручном анализе;

– сложные многоэтапные атаки, растянутые во времени;

– новые виды вредоносного трафика, не имеющие известных сигнатур.

При этом достигается принципиально иной уровень детектирования - современные системы на основе ИИ демонстрируют до 98% точности при обработке трафика в реальном времени, что делает их незаменимыми в условиях роста объемов сетевых данных.

Не менее значимые преобразования происходят в области защиты конечных точек. Здесь рекуррентные нейронные сети (RNN) и архитектуры LSTM решают критически важную задачу – анализ временных последовательностей системных событий. Эта технология особенно эффективна против сложных целевых атак, «тихих» компрометаций, новых видов вредоносного ПО [5-7].

Важно отметить, что практическая ценность ИИ в кибербезопасности раскрывается наиболее полно при его интеграции в существующие SOC-инфраструктуры. Современные платформы безопасности нового поколения сочетают автоматизированный сбор и корреляцию данных из разнородных источников, интеллектуальную приоритезацию инцидентов на основе оценки рисков и генерацию конкретных рекомендаций по реагированию.

Такая интеграция позволяет сократить время обнаружения сложных атак с традиционных месяцев до нескольких часов, а в некоторых случаях - до минут. Это не просто улучшение показателей, а качественное изменение возможностей защиты, делающее информационные системы действительно устойчивыми к современным угрозам [8, 9].

Таким образом, современные киберугрозы стремительно эволюционируют, становясь все более сложными и изощрёнными, что ставит под сомнение эффективность традиционных систем защиты [10]. В этой ситуации технологии искусственного интеллекта и машинного обучения демонстрируют принципиально новые возможности обнаружения угроз.

Их ключевое преимущество заключается в способности автоматически выявлять сложные паттерны атак в огромных массивах данных, динамически адаптироваться к новым угрозам без необходимости постоянного ручного обновления правил и анализировать поведенческие аномалии в режиме реального времени.

Перспективные направления развития включают создание более устойчивых моделей, способных противостоять adversarial-атакам, разработку методов объяснимого искусственного интеллекта для повышения доверия к системам безопасности, а также интеграцию с передовыми технологиями, в частности с квантовыми вычислениями. Эти инновационные подходы открывают путь к созданию действительно интеллектуальных систем защиты, способных не только реагировать на существующие угрозы, но и предвосхищать новые методы атак.

Источники

1. Бикмухаметов И.И. Кибертерроризм как угроза информационной безопасности / И.И. Бикмухаметов, Р.С. Зарипова // Аллея науки. – 2018. – Т. 1, № 2(18). – С. 266-268.

2. Рысаева К.С. Нейросетевая модель оценки вредоносности web-сайтов / К.С. Рысаева, И.В. Аникин, А.С. Катасев // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 7. – С. 74-77.

3. Талипов Н.Г. Формирование нечеткой базы знаний для построения интеллектуальных систем спам-фильтрации / Н.Г. Талипов, А.С. Катасев // Вектор развития управленческих подходов в цифровой экономике: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 06 декабря 2018 года. – Казань: Издательство "Познание", 2018. – С. 225-232.

4. Селиверстов, В. В. Анализ актуальности и состояния современных фишинг-атак на объекты критической информационной инфраструктуры / В.В. Селиверстов, С.А. Корчагин // Инженерный вестник Дона. – 2024.

5. Кулабухов К.С. Интеграция ИИ в сферу кибербезопасности / К.С. Кулабухов, А.А. Рубцов // Технологическое предпринимательство: проблемы проектирования, применения и безопасности информационных систем в условиях цифровой экономики и реализации инновационного и технологического предпринимательства: Материалы международной студенческой научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), 2023. – С. 73-78.

6. Филимонова Т.К., Овсеенко Г.А., Мустафаев Т.А. Разработка имитационной информационно-математической модели деятельности предприятия научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 127-130.

7. Зарипова Р.С., Тарамов Ю.Х., Сугаипов С.-А.А. Кибербезопасность в коде: стратегии написания безопасного программного обеспечения // Экономика и предпринимательство. 2023. №12 (161). С. 919-921.

8. Пырнова О.А. Культура информационной безопасности // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 153-157.

9. Пырнова О.А. Информационная безопасность в эпоху квантовых технологий // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. С. 439-443.

10. Дадашова А.С., Николаева С.Г., Джабагова С.С. Информационная безопасность и системный анализ: стратегии защиты и анализ рисков // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 239-241.

УДК 004

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В РАЗРАБОТКЕ ДЕСКТОПНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ НЕДВИЖИМОСТИ

Филимонова Тамара Константиновна, Овсеенко Галина Анатольевна
КГЭУ, г. Казань, Россия
galinka.ovseenko@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена ключевым аспектам информационной безопасности при разработке десктопного приложения для оценки стоимости недвижимости. Рассмотрены основные этапы защиты данных, включая шифрование, безопасное хранение и передачу информации. Особое внимание уделено системам аутентификации и авторизации, а также защите от распространенных уязвимостей, таких как SQL-инъекции и XSS-атаки. Подчеркивается важность резервного копирования данных и обучения пользователей основам безопасности. Статья подводит к выводу, что внедрение комплексных мер информационной безопасности является необходимым условием для успешной и долгосрочной работы приложения, работающего с конфиденциальными данными.

Ключевые слова: информационная безопасность, десктопное приложение, оценка недвижимости, защита данных, шифрование, аутентификация, кибербезопасность, конфиденциальные данные.

INFORMATION SECURITY IN THE DEVELOPMENT OF A DESKTOP APPLICATION FOR REAL ESTATE VALUE ESTIMATION

Filimonova Tamara Konstantinovna, Ovseenko Galina Anatolievna
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia
galinka.ovseenko@mail.ru

Abstract: The article is devoted to the key aspects of information security when developing a desktop application for real estate valuation. The article considers the main stages of data protection, including encryption, secure storage and transmission of information. Special attention is paid to authentication and authorization systems, as well as protection against common vulnerabilities such as SQL injection and XSS attacks. The importance of data backup and user security training is emphasized. The article concludes that the implementation of comprehensive information security measures is a prerequisite for the successful and long-term operation of an application working with sensitive data.

Keywords: information security, desktop application, real estate appraisal, data protection, encryption, authentication, cybersecurity, sensitive data.

В современном мире, где данные становятся одним из самых ценных активов, обеспечение информационной безопасности является критически важным аспектом при разработке любого программного обеспечения. Особенно это касается приложений, работающих с конфиденциальной информацией, такой как данные о недвижимости, финансовые показатели и персональные данные пользователей [1]. В данной статье рассмотрим ключевые аспекты информационной безопасности, которые необходимо учитывать при разработке десктопного приложения для оценки стоимости недвижимости.

При разработке приложения для оценки недвижимости важно обеспечить защиту данных на всех этапах: от сбора и хранения до обработки и передачи. Это включает:

1. Шифрование данных: Все конфиденциальные данные, такие как информация, о недвижимости, финансовые показатели и персональные данные пользователей, должны быть зашифрованы как при хранении, так и при передаче. Использование современных алгоритмов шифрования (например, AES-256) обеспечивает высокий уровень защиты.

2. Защита базы данных: База данных, содержащая информацию о недвижимости и пользователях, должна быть защищена от несанкционированного доступа. Это включает использование сложных паролей, ограничение доступа к базе данных только для авторизованных пользователей и регулярное обновление системы безопасности.

3. Безопасная передача данных: При передаче данных между клиентом и сервером необходимо использовать защищенные протоколы, такие как HTTPS, чтобы предотвратить перехват данных злоумышленниками [2].

Для предотвращения несанкционированного доступа к приложению необходимо реализовать надежную систему аутентификации и авторизации рисунок 1:

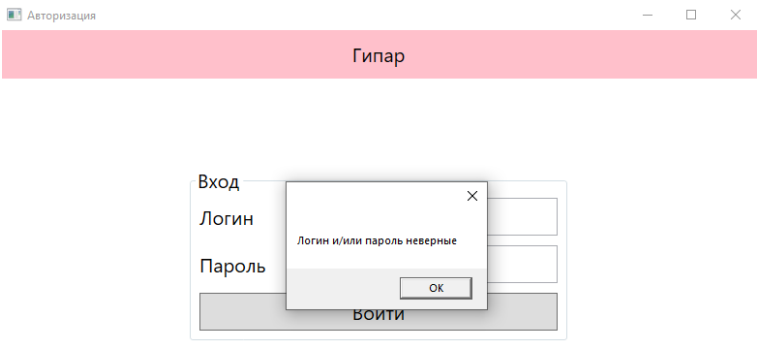


Рис. 1 Окно «Проверка валидации»

Многофакторная аутентификация: Использование многофакторной аутентификации (например, через SMS или приложение-аутентификатор) значительно повышает уровень безопасности, так как злоумышленнику потребуется не только пароль, но и доступ к второму фактору.

Ролевая модель доступа: Разграничение прав доступа в зависимости от роли пользователя (например, администратор, оценщик, клиент) позволяет минимизировать риск утечки данных. Администраторы рисунок 2 должны иметь доступ ко всем функциям приложения, в то время как обычные пользователи — только к тем, которые необходимы для их работы.

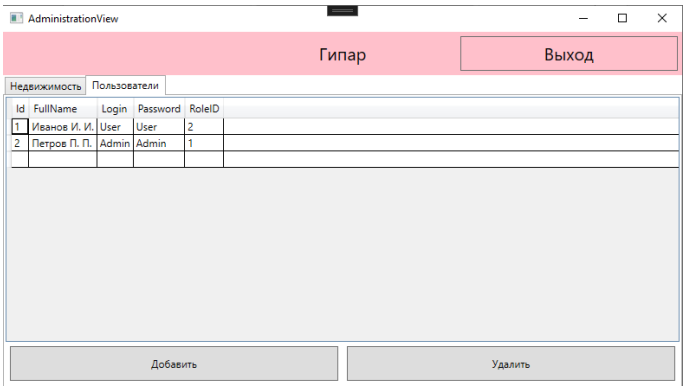


Рис. 2 Окно «Администратор»

Приложение также будет рассматривать валидацию как на рисунке 3.

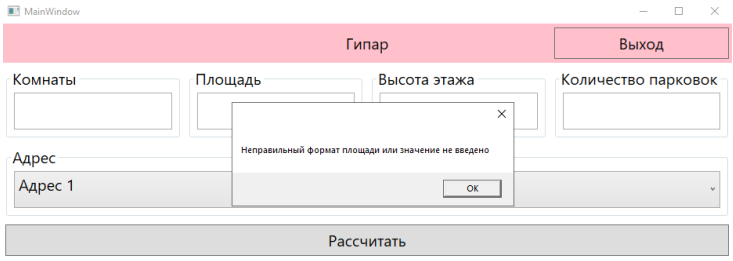


Рис. 3 Проверка валидации при вводе данных

При разработке приложения необходимо учитывать возможные уязвимости и атаки, которые могут быть использованы злоумышленниками:

Защита от SQL-инъекций: Для предотвращения SQL-инъекций необходимо использовать параметризованные запросы и ORM (Object-Relational Mapping) технологии, которые автоматически экранируют вводимые пользователем данные [3].

Защита от XSS (межсайтового скриптинга): Для предотвращения XSS-атак необходимо экранировать все пользовательские данные, которые выводятся на страницу, и использовать Content Security Policy (CSP) для ограничения выполнения скриптов.

Регулярное обновление и патчинг: Все используемые библиотеки и фреймворки должны регулярно обновляться, чтобы устранить известные уязвимости. Также важно своевременно устанавливать патчи и обновления для операционной системы и других компонентов.

Регулярное резервное копирование: Резервные копии базы данных и других критически важных данных должны создаваться регулярно (например, ежедневно) и храниться в безопасном месте.

Тестирование восстановления: Периодически необходимо тестировать процесс восстановления данных из резервных копий, чтобы убедиться, что в случае сбоя данные могут быть быстро восстановлены.

Одним из ключевых аспектов информационной безопасности является обучение пользователей и сотрудников. Пользователи и сотрудники должны быть обучены основам информационной безопасности, включая создание сложных паролей, распознавание фишинговых атак и безопасное использование приложения [4].

Таким образом, информационная безопасность является неотъемлемой частью разработки десктопного приложения для оценки стоимости недвижимости. Реализация мер защиты данных, надежной аутентификации и авторизации, защита от уязвимостей и атак, а также обучение пользователей и сотрудников позволяют минимизировать риски утечки данных и обеспечить безопасность работы приложения. В условиях растущих угроз в цифровом мире, инвестиции в информационную безопасность — это не только необходимость, но и залог успешной и долгосрочной работы приложения.

Источники

1. Зарипова Р.С., Тарамов Ю.Х., Сугаипов С.-А.А. Кибербезопасность в коде: стратегии написания безопасного программного обеспечения // Экономика и предпринимательство. 2023. №12 (161). С. 919-921.

2. Филимонова Т.К., Овсеенко Г.А., Мустафаев Т.А. Разработка имитационной информационно-математической модели деятельности предприятия научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 127-130.

3. Фролов А.В., Дымченко Ю.В., Верещагина Е.А. Защита облачных корпоративных данных / А.В. Фролов, Ю.В Дымченко, Е.А. Верещагина // Промышленные АСУ и контроллеры. 2023. №3. С. 37-40.

4. Пырнова О.А. Культура информационной безопасности // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 153-157.

УДК 004.056.53

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Пантелеев Илья Юрьевич
МАИ (НИУ), г. Москва, Россия
taskl1st@yandex.ru

Аннотация. В работе рассматривается роль нейросетей в информационной безопасности, их применение для обнаружения и предотвращения киберугроз. Анализируются преимущества, такие как адаптивность и автоматизация, а также ограничения, включая уязвимости перед атаками и правовые риски. Особое внимание уделяется перспективам развития, включая создание гибридных систем и защиту самих алгоритмов ИИ.

Ключевые слова: нейросеть, искусственный интеллект, информационная безопасность, кибербезопасность, фишинг

THE USE OF NEURAL NETWORKS IN INFORMATION SECURITY

Panteleev Ilya Yurievich
MAI (NRU), Moscow, Russia
taskl1st@yandex.ru

Abstract. The paper examines the role of neural networks in information security, their use for detecting and preventing cyber threats. Advantages such as adaptability and automation are analyzed, as well as limitations, including vulnerabilities to attacks and legal risks. Particular attention is paid to development prospects, including the creation of hybrid systems and the protection of AI algorithms themselves.

Keywords: neural network, artificial intelligence, information security, cybersecurity, phishing

Современный мир сталкивается с беспрецедентным ростом киберугроз — от вредоносного ПО до целевых атак на критическую инфраструктуру [1].По статистическим данным, ущерб от киберпреступности к 2026 году достигнет $10,5 трлн ежегодно, что делает автоматизацию защиты информации не просто актуальной, а жизненно необходимой. Нейросети, как один из ключевых инструментов искусственного интеллекта (ИИ), демонстрируют впечатляющую эффективность в обнаружении и предотвращении атак благодаря своей способности анализировать огромные объёмы данных и выявлять сложные

паттерны, недоступные традиционным методам. Постараюсь в данной работе проанализировать роль нейросетей в информационной безопасности, оценить их преимущества, ограничения и перспективы развития.

Нейросети — это алгоритмы машинного обучения, имитирующие работу человеческого мозга. Они обучаются на данных, выявляя закономерности, что делает их незаменимыми для задач классификации событий (например, разделения на «нормальные» и «аномальные»), прогнозирования угроз и даже генерации защитных решений. В контексте кибербезопасности применяются различные архитектуры нейросетей. Например, глубокие нейросети (DNN) эффективны для анализа сложных данных, таких как бинарные файлы вредоносных программ. Рекуррентные нейросети (RNN), работающие с последовательностями, идеально подходят для мониторинга сетевого трафика или логов серверов, где важен временной контекст. Генеративно-состязательные сети (GAN) используются для моделирования атак: они создают фишинговые письма или вредоносный код, чтобы «натренировать» системы защиты на распознавание новых угроз.

Одним из ключевых преимуществ нейросетей является их адаптивность. В отличие от статичных сигнатурных методов, они способны обучаться на лету, подстраиваясь под новые типы атак. Так, например, машинное обучение можно использовать для обнаружения ранее неизвестных вирусов с большой точностью, анализируя метаданные и поведение файлов. RNN можно использовать для мониторинга сетевого трафика в реальном времени: система будет выявлять аномалии, такие как несанкционированный доступ к базам данных, даже если злоумышленники маскируются под легитимных пользователей [2]. Другой пример — борьба с фишингом. Нейросети будут анализировать текст, URL-адреса и заголовки писем, сокращая количество успешных атак. Кроме того, современные системы на базе ИИ, не только способны обнаруживать такие угрозы, но и автоматически реагировать на них — блокировать подозрительные IP-адреса или изолировать заражённые узлы сети.

Однако использование нейросетей сопряжено с рисками. Злоумышленники всё чаще атакуют сами алгоритмы ИИ. Например, метод «отравления данных» предполагает внедрение в обучающие выборки искажённой информации, что снижает точность моделей. Adversarial-атаки направлены на обман классификаторов: добавляя незаметный для человека «шум» во входные данные (например, изменяя пиксели изображения), можно заставить нейросеть ошибиться. Ещё одной проблемой являются ложные срабатывания. Так, система может принять легальный трафик VPN за аномальный, что приведёт к блокировке работы сотрудников. Наконец, остаются открытыми этические и правовые вопросы. Нейросетям требуется

доступ к пользовательским данным, что создаёт риски утечек конфиденциальной информации. Кроме того, неясно, кто несёт ответственность, если ИИ пропустит атаку: разработчик, владелец системы или сам алгоритм?

Перспективы развития нейросетей в информационной безопасности связаны с преодолением этих ограничений. Одним из направлений является создание гибридных систем, сочетающих ИИ с экспертными правилами, чтобы снизить зависимость от «чёрного ящика» алгоритмов. Важную роль играет и повышение прозрачности решений нейросетей — например, разработка методов интерпретации их выводов для аудита. Кроме того, будущие исследования должны быть направлены на защиту самих нейросетей от атак, будь то улучшение методов валидации данных или внедрение механизмов самодиагностики. Не менее значима разработка правовой базы, регулирующей применение ИИ в кибербезопасности, включая вопросы конфиденциальности и ответственности.

На сегодняшний день нейросети уже стали незаменимым инструментом в борьбе с киберугрозами, но их внедрение требует баланса между технологическими возможностями и безопасностью. Их способность адаптироваться к новым вызовам, обрабатывать эксабайты данных и автоматизировать рутинные задачи открывает огромный потенциал. Однако успех зависит от того, насколько эффективно человечество сможет минимизировать риски, связанные с уязвимостями алгоритмов, этическими дилеммами и правовой неопределённостью. На мой взгляд, будущее информационной безопасности, вероятно, будет строиться на симбиозе искусственного интеллекта и человеческого опыта, где нейросети станут не заменой, а мощным усилителем возможностей специалистов.

Источники

1. Михайлов В.Ю., Мазепа Р.Б. Кибербезопасность систем инфокоммуникаций //Электросвязь. – 2016. – №. 12. – С. 36-40.

2. Вакульчик О.В. Кибербезопасность функционирования информационно-управляющей системы с участием SQL Server //Труды МАИ. – 2022. – №. 127. – С. 13.

УДК 004.89:004.056

АНАЛИЗ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ В ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СРЕДАХ

Петренко Вячеслав Иванович, Пуйко Денис Дмитриевич
ФГАОУ ВО «СКФУ», г. Ставрополь, Россия
vipetrenko@ncfu.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу угроз безопасности в децентрализованных киберфизических средах, объединяющих физические и цифровые системы. Основное внимание уделяется двум категориям рисков: киберугрозам (вредоносное ПО, DDoS-атаки, несанкционированный доступ) и физическим угрозам (кражи, терроризм, вандализм). Особый акцент сделан на уязвимостях IoT-устройств, включая атаку Сивиллы, позволяющую злоумышленникам захватывать контроль над системами через создание множества поддельных идентификаторов.

Ключевые слова: децентрализованные системы, киберфизическая среда, угрозы безопасности, IoT, атака Сивиллы.

SECURITY THREAT ANALYSIS IN DECENTRALIZED CYBER-PHYSICAL ENVIRONMENTS

Petrenko Vyacheslav Ivanovich, Puiko Denis Dmitrievich
North-Caucasus Federal University (NCFU), Stavropol, Russia
vipetrenko@ncfu.ru

Abstract. The article analyzes security threats in decentralized cyber-physical environments that integrate physical and digital systems. The study focuses on two categories of risks: cyber threats (malware, DDoS attacks, unauthorized access) and physical threats (theft, terrorism, vandalism). Special attention is paid to vulnerabilities in IoT devices, including the Sybil attack, which enables malicious actors to hijack systems by creating multiple fake identifiers.

Keywords: decentralized systems, cyber-physical environment, security threats, IoT, Sybil attack.

Киберфизические среды сталкиваются с множеством угроз безопасности, которые могут серьезно повлиять как на цифровые, так и на физические системы. Эти угрозы можно разделить на киберугрозы и физические угрозы, каждая из которых создает уникальные проблемы для организаций.

Киберугрозы направлены на интеграцию физических систем с цифровыми сетями, что может привести к сбоям и повреждениям таких систем. К киберугрозам относятся:

– вредоносное ПО (Malware) – злонамеренное ПО, созданное для нарушения работы, повреждения, несанкционированного доступа к системам;

– рансомвер (Ransomware) – вредоносное ПО, шифрующее данные жертвы и требующее выкуп за ключ дешифрования. Пример: атака на больницу в Дюссельдорфе (Германия), которая привела к смерти пациента из-за перебоев в обслуживании;

– несанкционированный удаленный доступ – получение несанкционированного доступа к системам, как в случае атаки на Colonial Pipeline, где киберпреступники взломали систему с помощью одного пароля, нарушив поставки нефти и газа для миллионов людей;

– DDoS-атаки – атаки, перегружающие системы трафиком, делая их неработоспособными;

– манипуляция сервисами (Service Tampering) – изменение состояния сервисов, приводящее к нежелательному поведению;

Физические угрозы представляют серьезные риски для организаций:

– несанкционированный доступ – проникновение в охраняемые зоны может привести к кражам, вандализму или шпионажу. Для снижения рисков необходимы строгие системы контроля доступа [1];

– кражи и вандализм – риск физической кражи или повреждения имущества требует усиления мер физической защиты [1];

– серьезные инциденты – наиболее опасные угрозы включают вооруженные вторжения и терроризм. По данным 2024 года, 76% компаний считают их критически важными проблемами безопасности [1].

В децентрализованных киберфизических средах различные векторы атак используют уязвимости, присущие интеграции физических систем с цифровыми сетями. Эти векторы атак могут привести к значительным сбоям, утечкам данных и операционным отказам. Наиболее эксплуатируемые уязвимости возникают из-за неадекватной защиты периметра, слабого шифрования и недостаточных обновлений, чем могут легко воспользоваться атакующие. Кроме того, эти уязвимости проявляются как внутренние недостатки систем, позволяющие внешним акторам успешно проводить атаки.

Атаки на промышленные системы управления могут вызвать отказы критической инфраструктуры. Эти системы, контролирующие физические процессы, уязвимы к кибератакам из-за зависимости от сетевых коммуникаций [3]. Их компрометация способна привести к физическим повреждениям и операционным сбоям, подчеркивая необходимость усиленной защиты.

Устройства Интернета вещей (IoT) часто имеют слабое шифрование и нерегулярные обновления ПО, что делает их лёгкой мишенью для киберпреступников. Их растущая связанность создаёт дополнительные уязвимости для несанкционированного доступа или кражи данных. Системы IoT, где не требуется подтверждения идентификатора или его легко создать, подвержены атаке Сивиллы. Атакующий может создавать большое количество

идентификаторов, тем самым захватывая власть над ресурсами и системой. Такие атаки проводились сначала в DHT – децентрализованных хеш-таблицах, к примеру в BitTorrent, также эта атака была использована в сети Tor для деанонимизации узлов [3].

Фишинговые атаки и методы социальной инженерии распространены в децентрализованных средах, где доступ можно получить обманным путём. Эти тактики часто нацелены на сотрудников организаций, эксплуатируя человеческие ошибки для обхода технологических защитных механизмов.

Организации сталкиваются с серьёзными сложностями в защите киберфизических систем из-за разнообразия векторов атак. Проактивные стратегии, такие как анализ поведения и использование данных разведки об угрозах, позволяют эффективно выявлять аномалии и индикаторы компрометации (IoCs) [4]. Автоматизация задач безопасности и оптимизация процессов реагирования на инциденты повышают эффективность и снижают риски человеческих ошибок.

Теоретические угрозы, описанные выше, находят отражение в реальных данных. Для количественной оценки проблемы был проведен анализ 1539 уязвимостей киберфизических систем, зафиксированных в National Vulnerability Database (NVD) за период с 2010 по 2024. Основные результаты анализа представлены на рис. 1, 2, 3.

Высокие оценки CVSS (8-10) доминируют в период 2020–2024 гг., особенно для категории "IoT", что подтверждает важность защиты децентрализованных систем, таких как Интернет вещей.

Низкие оценки (3-5) чаще встречаются до 2018 года, что может быть связано с улучшением методологии оценки CVSS.

Серьезность уязвимостей растет, особенно в промышленных IoT-системах.

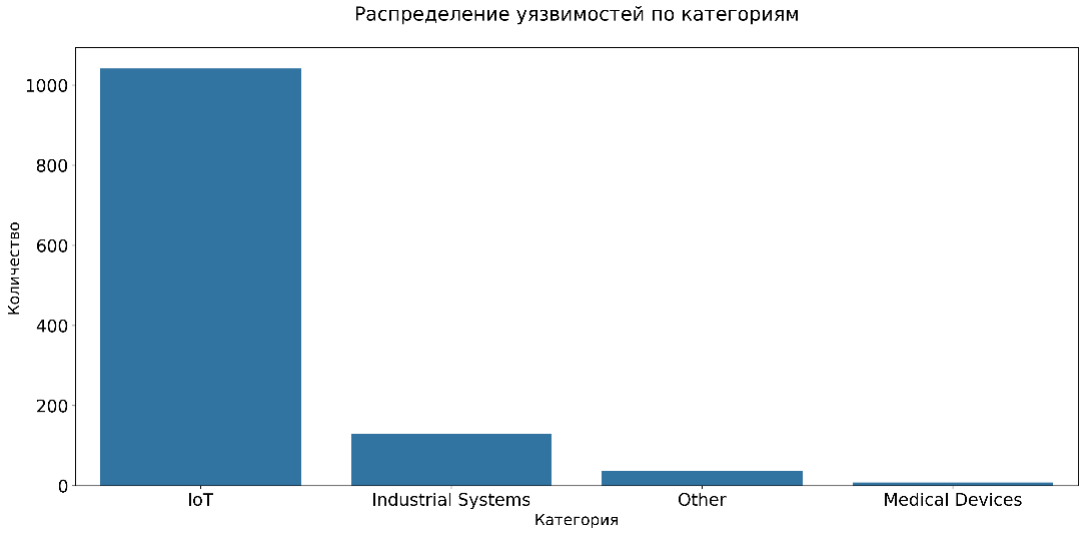


Рис. 1. Распределение уязвимостей по категориям

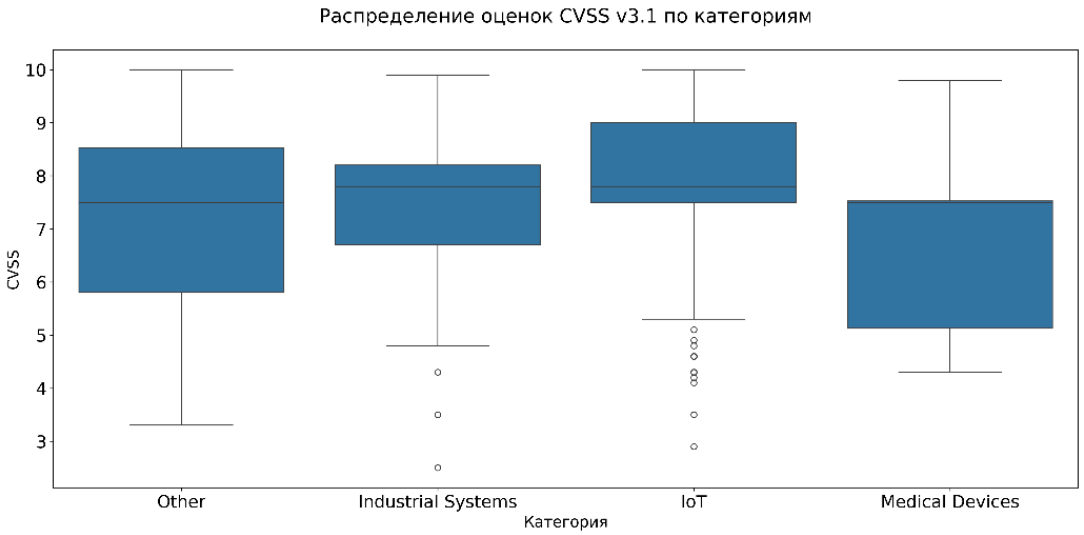


Рис. 2. Распределение CVSS по категориям

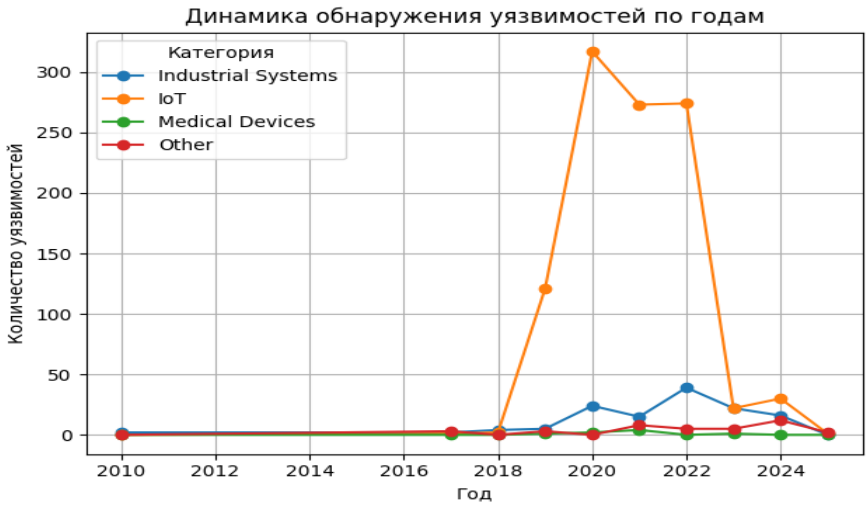


Рис. 3. Динамика обнаружения уязвимостей по годам

Источники

1. Fournaris A.P., Lalos A., Kapsalas P., Koulamas C. Decentralized, Secure and Cognitive Architecture for Automotive CyberPhysical System of Systems // Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). 2020. С. 1 –5.

2. Mertoguno S., Li J., Kwak K. Lessons Learned and Future Directions for Security, Resilience and Artificial Intelligence in Cyber Physical Systems. 2024. С. 403–432.

3. The Tor Project. Tor Security Advisory: Relay Early Traffic Confirmation Attack. URL: https://blog.torproject.org/blog/tor-security-advisory-relay-early-traffic-confirmation-attack (дата обращения: 21.03.2025)

4. Hammoudeh M., Epiphaniou G., Pinto P. Cyber-Physical Systems: Security Threats and Countermeasures // Journal of Sensor and Actuator Networks. 2023. Т. 12. С.18.

УДК 621.381

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ НА ОСНОВЕ КОНВЕЙЕРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ

Петренко В.И., Сутормин М. П.
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, Россия

Аннотация. Статья посвящена разработке конвейерного накапливающего сумматора по модулю для систем управления доступом (СУД), обеспечивающего повышение производительности и безопасности за счёт параллельной обработки данных. Предложенный метод разделяет входной поток на два независимых канала (чётные/нечётные такты) с динамической настройкой модулей, что позволяет ускорить выполнение криптографических операций (хеширование, шифрование, проверка подписей) в режиме реального времени.

Ключевые слова: системы управления доступом, конвейерные вычисления, накапливающий сумматор по модулю, криптографические алгоритмы, IoT-безопасность.

ACCUMULATIVE ADDER IN DIRECT DIGITAL SYNTHESIS SYNTHESIZERS FOR SECURE IOT-CHANNELS

Petrenko V.I., Sutormin M.P.
NCFU «North Caucasus Federal University», Stavropol, Russia

Abstract. The paper is devoted to the development of a module-by-module pipelined accumulative adder for access control systems (ACS), which provides performance and security enhancement due to parallel data processing. The proposed method divides the input stream into two independent channels (even/ odd clock cycles) with dynamic tuning of modules, which allows to accelerate cryptographic operations (hashing, encryption, signature verification) in real time.

Keywords: access control systems, pipeline computing, modulo adder, cryptographic algorithms, IoT security.

Современные системы управления доступом (СУД) [1] сталкиваются с растущими требованиями к скорости обработки запросов и обеспечению безопасности, что обусловлено увеличением числа пользователей и сложности защищаемых данных. Конвейерные вычисления, обеспечивающие параллельную обработку информации, открывают новые возможности для оптимизации таких систем, особенно в контексте криптографических операций и верификации прав доступа. В частности, задачи, связанные с модульной арифметикой — например, вычисление контрольных сумм, шифрование или

аутентификация — требуют высокой производительности, которая становится важной в условиях реального времени. Глобальная проблема заключается в том, что традиционные архитектуры СУД, основанные на последовательных алгоритмах, не справляются с нагрузкой при массовых запросах, что приводит к задержкам и снижению уровня безопасности. Ранее предложенные решения, такие как использование стандартных сумматоров по модулю или оптимизированных криптографических процессоров, демонстрируют ограниченную гибкость при работе с произвольными модулями и недостаточную скорость обработки параллельных потоков данных. В данной статье представлен подход к интеграции конвейерного накапливающего сумматора по модулю [2] в архитектуру СУД. Метод исследования включает симуляцию работы накапливающего сумматора на языке verilog.

Обзор существующих решений.

Системы управления доступом (СУД) представляют собой комплекс аппаратных и программных средств, предназначенных для контроля и ограничения доступа пользователей к ресурсам, данным или физическим объектам. Основная задача СУД — обеспечение безопасности за счет аутентификации (проверки подлинности пользователя), авторизации (определения прав доступа) и аудита (фиксации действий). Современные СУД делятся на несколько типов: автономные системы, использующие локальные устройства (например, электронные замки или карты доступа), сетевые решения, интегрированные с корпоративными IT-инфраструктурами, и гибридные системы, сочетающие оба подхода. Принцип их работы основан на обработке идентификаторов (биометрических данных, ключей, токенов) и принятии решений в реальном времени. Например, при сканировании отпечатка пальца система проверяет его соответствие базе данных, определяет уровень доступа пользователя и активирует разблокировку двери или предоставление цифровых прав. Однако с ростом масштабов систем и требований к скорости обработки запросов традиционные архитектуры СУД сталкиваются с проблемами: последовательная проверка данных создает задержки, а использование стандартных криптографических алгоритмов (например, RSA или AES [3, 4]) не всегда обеспечивает гибкость при работе с динамически меняющимися модулями или нестандартными протоколами безопасности.

В этом контексте важную роль могут сыграть накапливающие сумматоры [5] по модулю — специализированные вычислительные устройства, выполняющие операции суммирования чисел с приведением результата к заданному модулю [6]. Такие устройства могут быть использованы для задач, где требуется быстрая обработка данных с гарантией целостности и конфиденциальности, например, при генерации хешей, шифровании или проверке электронных подписей. Классический накапливающий сумматор

работает по принципу последовательного сложения входных значений с сохранением промежуточного результата, который на каждом шаге суммируются по модулю. Например, при вычислении суммы $S = (A_1 + A_2 + \cdots + A_k) \mod P$, где P — модуль, устройство должно не только суммировать числа, но и своевременно вычитать P при превышении порогового значения, чтобы результат оставался в допустимом диапазоне. Однако традиционные реализации таких сумматоров, как правило, не поддерживают параллельную обработку, что ограничивает их производительность в системах с высокой нагрузкой, таких как СУД, обрабатывающие тысячи запросов в секунду.

Теоретической основой для улучшения этих процессов служит модульная арифметика — раздел математики, изучающий операции над числами с заданным модулем. Ее применение в криптографии и системах безопасности обусловлено тем, что многие алгоритмы (например, ECC — elliptic curve cryptography [7]) требуют выполнения операций по модулю большого простого числа. Кроме того, конвейерные вычисления, при которых обработка данных разделяется на этапы, выполняемые параллельно, позволяют устранить узкие места в производительности.

Интеграция подобных устройств в СУД открывает возможность одновременной обработки множества запросов без потери точности или безопасности. Например, в системе контроля доступа к защищенному серверу конвейерный сумматор может параллельно вычислять хеши паролей для аутентификации и проверять цифровые подписи для авторизации, используя разные модули для каждого типа операции. Это особенно актуально в условиях роста числа IoT-устройств и распределенных систем, где задержки в обработке запросов становятся критическими. Таким образом, сочетание модульной арифметики, конвейерной обработки и специализированных аппаратных решений формирует основу для создания высокопроизводительных и безопасных систем управления доступом нового поколения.

Накапливающее суммирование по модулю — операция, широко применяемая в криптографии, обработке сигналов и системах реального времени. Её суть заключается в последовательном сложении чисел с приведением результата к заданному модулю P, что обеспечивает контроль переполнения и соответствие требованиям безопасности. Рассмотрим основные методы реализации этой операции.

Классическим подходом является последовательное суммирование, которое предполагает пошаговое вычисление суммы:

$$S_i = (S_{i-1} + A_i) \mod P,$$

где S_{i-1} — промежуточный результат, A_i — входное значение на i-м шаге.

Этот метод, описанный в фундаментальных работах по модульной арифметике (например, в [6]), прост в реализации, но имеет существенный

недостаток — задержку, вызванную зависимостью каждого шага от предыдущего. При большой длине последовательности или высоких требованиях к скорости (как в СУД) это становится критичным.

Обзор предлагаемого решения.

Существующие аппаратные решения для операции накапливающего суммирования по произвольному модулю обладают рядом ограничений (в том числе прототип [4]), критичных для систем управления доступом. К ним относятся неэффективное использование вычислительных ресурсов, высокая задержка при обработке длинных последовательностей. Эти недостатки затрудняют применение решений в СУД, где требуется высокая скорость шифрования, аутентификации и обработки сигналов в режиме реального времени.

Для устранения указанных проблем предлагается усовершенствованный метод накапливающего суммирования [2], основанный на разделении входного потока данных на два независимых конвейерных канала. Данный подход оптимизирует использование оборудования и повышает быстродействие за счет параллельной обработки последовательностей. Суть метода заключается в следующем. Входная последовательность целых чисел A_i $(i = 1,2,3, \ldots)$, где $0 \leq A_i < p_k$ $(k = 1,2)$, разделяется на два потока — нечётный и чётный. Каждый поток обрабатывается с использованием отдельного модуля (p_1 для нечётных тактов, p_2 для чётных), что позволяет формировать независимые выходные последовательности:

$$S_{1,i-1} = (\sum A_i) \mod p_1 \quad (i = 1,3,5, \ldots),$$
$$S_{2,i-1} = (\sum A_i) \mod p_2 \quad (i = 2,4,6, \ldots).$$

Для реализации метода требуется две ячейки памяти. Первая сохраняет входные данные A_i и результаты суммирования ($S_{1,i}$ на чётных тактах, $S_{2,i}$ на нечётных). Вторая хранит промежуточные суммы ($A_i + S_{1,i}$ или $A_i + S_{2,i}$), которые затем суммируются по модулю p_k.

$$S_i = \begin{cases} A_i + S_{k,i-1}, \text{если } (A_i + S_{k,i-1}) < p_k \\ A_i + S_{k,i-1} - p\ , \text{если } (A_i + S_{k,i-1}) \geq p_k \end{cases}.$$

Если сумма превышает модуль, выполняется вычитание p_k, в противном случае результат передаётся на выход без изменений.

Заключение.

Разработанный конвейерный накапливающий сумматор по модулю представляет собой эффективное решение для современных систем управления доступом (СУД), требующих высокой производительности и надёжной защиты

данных. Предложенный метод разделения входного потока на два независимых канала (чётные/нечётные такты) с динамической настройкой модулей позволяет существенно ускорить выполнение криптографических операций, таких как хеширование, шифрование и проверка подписей, в режиме реального времени.

Ключевым преимуществом архитектуры является возможность параллельной обработки данных, что устраняет узкие места традиционных последовательных алгоритмов и обеспечивает масштабируемость систем в условиях растущего числа пользователей и IoT-устройств. Динамическая адаптация модулей повышает гибкость решения, позволяя применять его для различных протоколов безопасности и задач модульной арифметики.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию аппаратных ресурсов, расширение функциональности сумматора для поддержки нестандартных модулей, а также интеграцию разработки в промышленные стандарты IoT-безопасности.

Источники

1. Wang W. [и др.]. Smart contract token-based privacy-preserving access control system for industrial Internet of Things // Digital Communications and Networks. 2023. № 2 (9). С. 337–346.

2. Петренко В.И., Сутормин М.П. Конвейерный накапливающий сумматор по модулю // Патент на изобретение 2814657 C1, Опубл. 11.06.2024 Бюл. № 17.

3. Usmonov M. Asymmetric Cryptosystems // INDEXING. 2024. № 1 (1). С. 76–80.

4. Петренко В. И., Пуйко Д. Д. Накапливающий сумматор по модулю // Патент на изобретение №2791441 C1, Опубл. 07.03.2023 Бюл. № 7.

5. Vergos H.T., Dimitrakopoulos G. On modulo 2 n + 1 adder design // IEEE Transactions on Computers. 2012. № 2 (61). С. 173–186.

6. Menezes A.J., Oorschot P.C. Van, Vanstone S.A. Handbook of applied cryptography / A.J. Menezes, P.C. Van Oorschot, S.A. Vanstone, 1996.

7. Ullah S. [и др.]. Elliptic Curve Cryptography; Applications, challenges, recent advances, and future trends: A comprehensive survey // Computer Science Review. 2023. (47). С. 100530.

УДК 342.7

БУЛЛИНГ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Пирская Виктория Ивановна
Поволжский институт управления имени П. А. Столыпина, г. Саратов, Россия
viktoriapirskaa01@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается проблема кибербуллинга как актуального феномена в условиях цифровизации общества, анализируются его социально-психологические аспекты и последствия, а также предлагаются подходы к решению проблемы на основе разработки и внедрения комплексной системы мониторинга сетевой активности.

Ключевые слова: кибербуллинг, цифровизация, социальные сети, онлайн-травля, мониторинг, психологическое здоровье, превентивные меры.

BULLYING ON THE INTERNET

Pirskaya Victoria Ivanovna
Volga Region Institute of Management named after П. A. Stolypin Povolzhsky Institute of Management, Saratov, Russia
viktoriapirskaa01@gmail.com

Abstract. The problem of cyberbullying as a topical phenomenon in the conditions of digitalization of society is considered, its socio-psychological aspects and its social and psychological aspects are analyzed digitalization of society, its socio-psychological aspects and consequences are analyzed, and approaches to solving the problem on the basis of digitalization are proposed consequences, as well as approaches to solving the problem on the basis of the development and implementation of a comprehensive system for monitoring network activity are proposed development and implementation of a comprehensive system for monitoring network activity.

Keywords. cyberbullying, digitalization, social networks, online bullying, monitoring, psychological health, preventive measures.

В условиях широкомасштабной цифровизации, когда интернет прочно вошел в повседневность, размывая границы между физическим и цифровым пространствами, актуализируется ряд проблематик, требующих серьезного рассмотрения. Среди них выделяется проблема кибербуллинга, представляющая собой агрессивное поведение и преследование в сети. Данный феномен, имеющий исторические прецеденты в оффлайн-среде, в цифровом пространстве обретает новые формы, которые часто оказываются более деструктивными.

В рамках российской научной дискурса уделяется возрастающее внимание проблематике кибербуллинга. Учёные, в числе которых А.Е. Войскунский, проводят анализ психологических характеристик поведения агрессоров и субъектов агрессии в виртуальном пространстве. Войскунский предлагает определение кибербуллинга, которое подчеркивает его целенаправленный и систематический характер, проявляющийся в агрессивных действиях, осуществляемых с помощью электронных коммуникационных средств [3]. В трудах О.А. Гулевич акцентируется внимание на социально-психологических аспектах кибербуллинга, включая влияние анонимности и отсутствия прямого контакта на динамику поведения участников конфликтов в интернете [4]. Е.П. Белинская рассматривает кибербуллинг как особую форму социального взаимодействия, отличающуюся дисбалансом власти и применением информационных технологий в целях нанесения ущерба [2].

Синтезируя результаты вышеуказанных и других исследований, можно сформулировать, что кибербуллинг представляет собой агрессивное поведение в цифровом пространстве, осуществляемое с использованием электронных устройств и платформ, цель которого — систематическое причинение вреда психическому и эмоциональному состоянию жертвы. Следует подчеркнуть, что кибербуллинг отличается от обычных конфликтных ситуаций и единичных оскорблений своей целенаправленностью и стремлением к нанесению ущерба. Кроме того, кибербуллинг характеризуется элементами публичности, поскольку агрессор зачастую пытается дискредитировать жертву перед широкой аудиторией. Данный феномен может проявляться в разнообразных формах, включая распространение личной информации без согласия лица, публикацию материалов, наносящих ущерб репутации, создание поддельных аккаунтов для осуществления травли и диффамации, а также рассылку угроз и оскорбительных сообщений через социальные сети, мессенджеры, электронную почту и платформы онлайн-игр. Характерной особенностью кибербуллинга является возможность анонимного осуществления действий, оперативность распространения информации и доступ к обширной аудитории, что придаёт ему дополнительную опасность и способствует серьёзным психологическим травмам жертв.

В современном обществе проблема кибербуллинга приобретает все большую актуальность, что находит отражение в статистических данных о росте случаев онлайн-травли среди несовершеннолетних. Согласно информации, предоставленной Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), каждый третий ребенок на глобальном уровне подвергался кибербуллингу. В Российской Федерации, по результатам различных исследований, доля детей, столкнувшихся с

подобными явлениями, колеблется в пределах от 15% до 25%, при этом наблюдается тенденция к стабилизации на высоком уровне [6].

В 2024 г. в России кибербуллинг вырос на 15% и составил 23% всех сетевых конфликтов, затронув 75% детей. Каждый пятый россиянин считает кибербуллинг серьёзной угрозой. Большинство опрошенных готовы обратиться в компетентные органы (40%), поговорить с ребёнком (48%), родителями обидчика (47%). 15% обратятся к психологу (в Москве и Санкт-Петербурге - 22%). 64% считают причиной травли недостаток воспитания. Эти данные представляют не только количественные показатели, но и отражают серьезные социальные проблемы, включая нарушение психического благополучия детей и подростков. Последствия кибербуллинга могут включать в себя депрессивные расстройства, повышенную тревожность, снижение самооценки, нарушения сна и аппетита. В наиболее экстремальных случаях такие травли могут привести к формированию суицидальных тенденций среди пострадавших.

Кибербуллинг негативно влияет на психологическое здоровье, вызывая страх, унижение и подрывая самоуверенность. Он приводит к социальной изоляции, чувству одиночества и отчуждению. Эмоциональное напряжение и стресс, вызванные кибербуллингом, затрудняют концентрацию и снижают академическую успеваемость. Кибербуллинг может перерасти в реальную угрозу физической безопасности. Анонимность в сети, иллюзия дистанции и широкий доступ к аудитории способствуют безнаказанности агрессоров и непрерывному стрессу для жертв [5].

Для решения проблемы кибербуллинга предлагается разработка и внедрение комплексной системы мониторинга и анализа сетевой активности на платформах социальных сетей и образовательных учреждений. Эта система должна включать в себя алгоритмы машинного обучения для автоматического выявления случаев агрессивного поведения, анализа контекста сообщений и выявления потенциальных жертв и агрессоров. Ключевым элементом является создание специализированной базы данных, содержащей образцы кибербуллинговых высказываний и поведения, которая будет постоянно обновляться и совершенствоваться. Система должна обладать возможностью оперативного уведомления компетентных органов (школьная администрация, правоохранительные органы) в случае выявления серьезных нарушений, а также предоставлять инструменты для оказания психологической поддержки жертвам и проведения профилактических мероприятий с целью предотвращения кибербуллинга в будущем. Важным аспектом является обеспечение конфиденциальности и защиты персональных данных пользователей в соответствии с действующим законодательством.

Судебная практика по делам о кибербуллинге в России пока не является обширной, однако имеются прецеденты, демонстрирующие применение

существующих норм права для защиты жертв онлайн-травли. Так, стоит отметить Решение Суда Ямало-Ненецкого автономного округа от 15 марта 2023 года по делу № 33-627/2023, где рассматривался спор о защите чести, достоинства и деловой репутации, распространенных в сети «Интернет» [8]. В данном случае суд удовлетворил исковые требования, признав информацию, размещенную в социальных сетях, порочащей и обязал ответчика удалить ее, а также выплатить компенсацию морального вреда.

Другим примером является Постановление Девятого арбитражного апелляционного суда от 20 апреля 2021 года по делу № А40-223815/2019, касающееся защиты авторских прав и деловой репутации в сети Интернет [9]. Хотя данное дело напрямую не связано с кибербуллингом, оно демонстрирует возможность применения законодательства об авторском праве и защите деловой репутации для борьбы с онлайн-агрессией и распространением недостоверной информации.

Также, следует упомянуть Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 15 июня 2010 г. N 16 «О практике применения судами Закона Российской Федерации «О средствах массовой информации», в котором разъясняются вопросы ответственности за распространение информации, порочащей честь, достоинство или деловую репутацию граждан и организаций в СМИ, включая интернет-издания [1]. Данное постановление является важным ориентиром для судов при рассмотрении дел, связанных с распространением негативной информации в сети Интернет, и может быть применено в случаях кибербуллинга, когда агрессия принимает форму публичной диффамации.

Судебная практика по делам о кибербуллинге в России пока не является обширной, однако имеются прецеденты, демонстрирующие применение существующих норм права для защиты жертв онлайн-травли. Например, в 2022 году в Саратовской области был рассмотрен случай, когда ученик одной из школ систематически размещал в социальной сети "ВКонтакте" оскорбительные фотографии и комментарии в адрес одноклассницы, сопровождая их клеветническими утверждениями о её личной жизни. Родители девочки обратились в суд с иском о защите чести и достоинства, требуя удаления порочащей информации и выплаты компенсации морального вреда. Суд удовлетворил требования истца, обязав ответчика удалить все оскорбительные материалы и выплатить компенсацию в размере 30 000 рублей.

Другой пример: в 2023 году в Москве был зафиксирован случай, когда группа подростков создала фейковый аккаунт в Instagram, используя фотографии и личную информацию своей жертвы, и размещала там провокационные и оскорбительные посты, выдавая себя за нее. Жертва обратилась в полицию, и после проведения расследования личности злоумышленников были установлены. В отношении них было возбуждено

уголовное дело по статье 128.1 УК РФ (Клевета), и суд назначил им наказание в виде штрафов и обязательных работ.

Также стоит отметить, что в ряде регионов России реализуются пилотные проекты по внедрению в школах программ, направленных на профилактику кибербуллинга и обучение детей правилам безопасного поведения в интернете. В рамках этих программ проводятся лекции, семинары и тренинги для учащихся, родителей и педагогов, а также создаются специальные горячие линии и онлайн-консультации для оказания психологической помощи жертвам кибербуллинга.

Указанные примеры, несмотря на их разнообразие, свидетельствуют о возрастающем внимании к проблеме кибербуллинга в российском обществе и о необходимости дальнейшего развития законодательства и правоприменительной практики в данной области. Развитие законодательства и формирование специализированной судебной практики в данной области является важным шагом в борьбе с онлайн-агрессией и обеспечении безопасного цифрового пространства для всех пользователей.

Источники

1. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 15 июня 2010 г. №16 «О практике применения судами Закона Российской Федерации О средствах массовой информации // Российская газета. №137. 23.06.2010.

2. Белинская Е.П. Кибербуллинг как форма социального взаимодействия: специфика и особенности // Психологические исследования. 2022. Т.15, №79. С. 7-13.

3. Войскунский А.Е. Психологические характеристики субъектов интернет-агрессии // Национальный психологический журнал. 2022. №2(6). С. 25-36.

4. Гулевич О.А. Социально-психологические аспекты кибербуллинга: обзор исследований // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Психологические науки. 2023. № 2. С. 16-24.

5. Морозова Е.А. Кибербуллинг: причины, последствия и стратегии преодоления // Образование и наука. 2024. Т. 26, № 2. С. 130-141.

6. UNESCO. Behind the numbers: Ending school violence and bullying [Электронный ресурс]. Paris, UNESCO, 2024. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366483 (дата обращения: 09.03.2025).

7. Постановление Девятого арбитражного апелляционного суда от 20 апреля 2021 года по делу № А40-223815/2019 // Судебные и нормативные акты РФ. URL: https://sudact.ru/.

8. Решение Суда Ямало-Ненецкого автономного округа от 15.03.2023 по делу № 33-627/2023 // Судебные и нормативные акты РФ. URL: https://sudact.ru/

УДК 004.02

РАЗГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ МЕЖДУ СУБЪЕКТАМИ ЭЛЕКТРОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ СИММЕТРИЧНЫХ КРИПТОСИСТЕМ

Попцова Мария Александровна, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
poptsovamariya@gmail.com, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача разграничения ответственности между субъектами электронного взаимодействия на основе симметричных криптосистем. Предлагается схема решения этой задачи с привлечением независимого арбитра. Делается вывод о возможности ее практической реализации в системах электронного документооборота.

Ключевые слова: электронный документооборот, симметричная криптосистема, разграничение ответственности, участник электронного взаимодействия.

DISTRIBUTION OF RESPONSIBILITY BETWEEN SUBJECTS OF ELECTRONIC INTERACTION BASED ON SYMMETRICAL CRYPTOSYSTEMS

Poptsova Maria Alexandrovna, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
poptsovamariya@gmail.com, Kat_726@mail.ru

Abstract. The problem of delimitation of responsibility between subjects of electronic interaction based on symmetric cryptosystems is considered. A scheme for solving this problem with the involvement of an independent arbitrator is proposed. A conclusion is made about the possibility of its practical implementation in electronic document management systems.

Keywords: electronic document management, symmetric cryptosystem, delimitation of responsibility, participant in electronic interaction.

Современные системы электронного документооборота важны для автоматизации бизнес-процессов внутри предприятия, для обмена документами с госорганами и контрагентами [1-3]. Однако ответственность между участниками особенно значима, так как важна безопасность и надежность самого документооборота. Для грамотного документооборота между его участниками необходимо понимать разграничение ответственности каждой из сторон, включая не только вопросы генерации, хранения и обмена ключами, но и контроль целостности и конфиденциальности данных [4].

В симметричных криптосистемах отправитель и получатель используют один и тот же (общий) секретный ключ для зашифровки и расшифровки

сообщений [5, 6]. Таким образом, алгоритм симметричного шифрования выглядит следующим образом:

- отправитель и получатель вырабатывают общий секретный ключ;
- отправитель шифрует документ своим секретным ключом и передает его доверенному третьему лицу (арбитру);
- арбитр расшифровывает документ, используя ключ отправителя;
- арбитр зашифровывает уже расшифрованный документ, используя секретный ключ получателя;
- арбитр посылает зашифрованный документ получателю;
- получатель расшифровывает документ своим ключом.

При несогласии с подписью в качестве независимого лица выступает арбитр.

Симметричные криптосистемы имеют ряд преимуществ [7, 8]. Они обладают высокой производительностью алгоритмов, из-за чего времени, затраченного на зашифрование и расшифрование, требуется гораздо меньше, чем в ассиметричных методах шифрования. Также симметричные системы имеют высокую криптографическую стойкость на единицу длины ключа, из-за чего даже при частичной его компрометации взлом будет невозможен, благодаря строгой зависимости между длиной ключа и сложностью подбора.

Но, несмотря на очевидные достоинства, данные криптосистемы имеют и ряд недостатков [9, 10]. Ввиду особенностей симметричных криптосистем, где один и тот же криптографический ключ используется для операций шифрования и дешифрования, возникает необходимость использования сложного механизма распределения ключей, что представляет собой одну из ключевых проблем симметрической криптосистемы. Немаловажным является и тот фактор, что вероятность компрометации ключей при хранении крайне высока, из-за чего злоумышленник может получить несанкционированный доступ ко всем документам, зашифрованным этим ключом, без надобности взламывать сам алгоритм шифрования. Также серьезной проблемой симметричной криптосистемы является технологическая сложность обеспечения неотказуемости, из-за чего можно столкнуться со следующими трудностями:

1) отсутствием идентификации: так как один и тот же ключ используется и получателем, и отправителем, возникает трудность однозначного установления авторства сообщения, так как при возникновении спора обе стороны имеют возможность создать или подделать данные;

2) зависимостью от арбитра: для доказательства подлинности требуется участие третьей независимой стороны, откуда вытекают следующие проблемы:

- компрометация арбитра ставит под сомнение все подписанные договоры;

- любая ошибка арбитра подрывает доверие ко всей системе.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что симметричные криптосистемы обладают высокой эффективностью, но, несмотря на теоретическую возможность, их применение в электронном документообороте затруднительно из-за проблем с распределением ключей и обеспечением неотказуемости. Также использование симметричных криптосистем затруднительно, так как они требуют дорогостоящих и громоздких мероприятий по поддержанию достаточного уровня достоверности передаваемых электронных документов [11-13].

Таким образом, несмотря на высокую эффективность и криптографическую стойкость симметричных криптосистем, их применение в системах электронного документооборота сталкивается с рядом непреодолимых ограничений. Во-первых, проблема безопасного распределения ключей между участниками [14] требует создания сложной инфраструктуры с доверенными третьими сторонами, что значительно увеличивает эксплуатационные затраты и снижает надежность системы в целом. Во-вторых, неосуществимость обеспечения неотказуемости делает такие системы непригодными для юридически значимого документооборота, где критически важна возможность однозначного установления авторства электронных документов.

Кроме того, поддержание необходимого уровня достоверности передаваемых документов в симметричных системах требует реализации дорогостоящих механизмов, таких как системы аудита, защищенные журналы транзакций и специализированные аппаратные модули хранения ключей, что делает подобные решения экономически нецелесообразными. Все эти факторы в совокупности обуславливают невозможность использования симметричных криптосистем в качестве основы для построения надежных и юридически значимых систем электронного документооборота.

Источники

1. Кузнецова В.И., Гебгардт А.В. Сравнительный анализ систем электронного документооборота // Евразийский союз ученых. 2017. № 11-1 (44). С. 59-65.

2. Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нечетко-продукционная модель и программный комплекс распределения заданий в системах электронного документооборота // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2016. № 3 (31). С. 27-47.

3. Талипов Н.Г., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Методы построения и оценки нечётко-продукционной модели распределения заданий в системе электронного документооборота Роскомнадзора // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 2. С. 100-106.

4. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Кирпичников А.П. Оценка стойкости шифрующих преобразований моноалфавитной замены с использованием генетического алгоритма // Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18. № 7. С. 255-259.

5. Крохалева Я.Н., Кротова Е.Л. Сравнительный анализ существующих протоколов обмена ключами для симметричных криптосистем // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2019. № 4 (34). С. 30-34.

6. Зарипова Р.С., Кудряков Р.И. Перспективы развития и основные проблемы использования криптовалют // Наука Красноярья. 2023. Т. 12. № 3-3. С. 23-28.

7. Берников В.О. Сравнительный анализ криптостойкости симметричных алгоритмов шифрования // Труды БГТУ. Серия 3: Физико-математические науки и информатика. 2020. № 1 (230). С. 74-78.

8. Хисамов Ф.Г., Морозов Д.С., Пшеничный И.С., Лавриенко А.В., Новиков А.Р. Выбор оптимального способа распределения ключевой информации для симметричных криптосистем при переходе к сетецентрическим методам управления // Информатика и безопасность современного общества. 2017. № 1 (1). С. 3-21.

9. Скидан Д.А. Анализ симметричных алгоритмов шифрования для внедрения в гибридную криптосистему // Актуальные научные исследования в современном мире. 2018. № 11-1 (43). С. 54-60.

10. Yakubova M.Z., Serikov T.G., Naubetov D.A. Modeling and research of cryptographic algorithms DES, 3DES, AES and RSA in the cryptool program // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. 2022. № 4. С. 114-126.

11. Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Система поддержки принятия решений по распределению заданий по ведению реестра операторов персональных данных на основе нечетко-продукционной модели // Кибернетика и программирование. 2016. № 6. С. 96-114.

12. Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Распределение заданий по ведению реестра операторов персональных данных в единой информационной системе Роскомнадзора на основе нечетких методов принятия решений // Информация и безопасность. 2016. Т. 19. № 4. С. 575-578.

13. Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Программный комплекс распределения заданий в автоматизированных системах электронного документооборота на основе нечетких методов принятия решений // Программные системы и вычислительные методы. 2016. № 4. С. 348-361.

14. Романьков В.А., Обзор А.А. Общая алгебраическая схема распределения криптографических ключей и ее криптоанализ // Прикладная дискретная математика. 2017. № 37. С. 52-61.

УДК 004.02

ДОВЕРИЕ К ОТКРЫТЫМ КЛЮЧАМ И ЦИФРОВЫЕ СЕРТИФИКАТЫ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Попцова Мария Александровна, Катасёв Алексей Сергеевич
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
poptsovamariya@gmail.com, Kat_726@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача обеспечения доверия к открытым ключам в системах электронного документооборота. Для ее решения используется технология цифровых сертификатов. Проводится анализ этой технологии, описываются функции центров сертификации. Делается вывод об эффективности применения цифровых сертификатов.

Ключевые слова: открытый ключ, цифровой сертификат, система электронного документооборота.

TRUST IN PUBLIC KEYS AND DIGITAL CERTIFICATES IN ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT SYSTEMS

Poptsova Maria Alexandrovna, Katasev Alexey Sergeevich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
poptsovamariya@gmail.com, Kat_726@mail.ru

Abstract. The problem of ensuring trust in public keys in electronic document management systems is considered. Digital certificate technology is used to solve it. This technology is analyzed, the functions of certification centers are described. A conclusion is made about the efficiency of using digital certificates.

Keywords: public key, digital certificate, electronic document management system.

В современных системах электронного документооборота (ЭДО) одной из главных проблем является обеспечение доверия к открытым ключам участников обмена электронными документами [1-3]. Так как открытые ключи передаются по незащищенным каналам связи, есть риск их модификации или подмены. Для этого используются алгоритмы сертификации ключей, которые могут быть реализованы как с помощью личного контакта участников, так и с помощью доверенных посредников – удостоверяющего центра (центра сертификации).

В системах, где участники обмена электронными документами могут встретиться до его начала, проблема обеспечения доверия решается путем

взаимной сертификации открытых ключей. Такая процедура включает в себя следующие этапы [4]:

1) участники распечатывают содержимое своих открытых ключей;

2) каждая из сторон при личной встрече заверяет ключ другой стороны подписью уполномоченного лица и печатью организации;

3) полученный бумажный сертификат подтверждает договоренность использовать данный ключ для проверки электронных подписей и придает юридическую значимость данной процедуры.

Такой подход гарантирует подлинность ключей, но применим только в тех сценариях, где есть возможность контакта уполномоченных лиц организаций. В большинстве случаев участники ЭДО не могут встретиться лично, поэтому необходимо использовать цифровые сертификаты, выданные и заверенные электронной подписью центра сертификации (ЦС). В таких системах каждый участник должен обратиться в ЦС для получения электронного сертификата.

Центр сертификации проверяет личность заявителя и уникальность открытого ключа. Затем формируется сертификат, содержащий в себе следующие сведения [5]:

- уникальный регистрационный номер сертификата ключа подписи, даты начала и окончания срока действия сертификата ключа подписи, находящегося в реестре удостоверяющего центра;

- фамилию, имя, отчество владельца сертификата ключа подписи или псевдоним владельца (в случае использования псевдонима центром сертификации вносится запись об этом в сертификат ключа подписи);

- открытый ключ владельца сертификата;

- данные о средстве электронной подписи, с которым используется открытый ключ;

- наименование и местонахождение ЦС, выдавшего сертификат;

- сведения об отношениях, при осуществлении которых электронный документ с электронной подписью будет иметь юридическую значимость.

Сертификат подписывается секретным ключом ЦС, что позволяет любому участнику проверить его подлинность с помощью открытого ключа ЦС [6].

При обмене подписанными электронными документами важнейшим этапом является проверка подлинности сертификата отправителя. Эта процедура начинается с момента, когда отправитель передает не только документ с электронной подписью, но и цифровой сертификат, полученный из ЦС. Получатель, прежде чем принять документ, обязан удостовериться в достоверности сертификата ЦС. Для этого получатель использует открытый ключ ЦС, который был получен ранее. С помощью этого ключа проверяется

электронная подпись под сертификатом. Если проверка прошла успешно, значит, сертификат был выдан легитимным центром и не подвергался изменениям.

После подтверждения подлинности сертификата получатель проверяет его срок действия. Если сертификат не просрочен и не был отозван, из него извлекается открытый ключ отправителя. Этот ключ используется для проверки электронной подписи под полученным документом. В случае успешной проверки подписи получатель может быть уверен, что документ не был изменен после подписания и исходит от заявленного отправителя.

Центр сертификации играет ключевую роль в обеспечении безопасности и доверия в системах ЭДО. Его деятельность охватывает широкий спектр задач, направленных на создание, поддержание и управление системой цифровых сертификатов. Одной из главных функций ЦС является регистрация ключей. При обращении пользователя ЦС проверяет его личность и вносит соответствующие данные в реестр. В некоторых случаях ЦС берет на себя функцию генерации ключевых пар (открытого и секретного ключей) [7].

Важнейшей задачей ЦС является управление жизненным циклом сертификатов. Это включает не только их выдачу, но и приостановку действия в случае подозрений на компрометацию, возобновление их действия после устранения проблем, а также полное аннулирование при истечении срока или по запросу владельца. Все изменения фиксируются в реестре, который должен оставаться актуальным и доступным для проверки всеми участниками системы.

Помимо электронных сертификатов ЦС может выдавать их бумажные аналоги, заверенные печатью и подписью уполномоченного лица. Это важно для случаев, когда требуется дополнительное подтверждение подлинности, например, при судебных разбирательствах.

Еще одной значимой функцией удостоверяющего центра является подтверждение подлинности электронных подписей в документах [8]. По запросу пользователей ЦС проверяет, была ли подпись создана с использованием зарегистрированного ключа, и выдает соответствующее заключение. Это особенно важно в юридически значимом ЭДО, где требуется официальное подтверждение действительности подписи.

В совокупности все эти функции делают ЦС центральным звеном в системе доверия электронного взаимодействия, обеспечивая безопасность, легитимность и надежность обмена документами. В реальных системах участники могут использовать несколько сертификатов от разных ЦС. Для обеспечения взаимодействия между различными ЦС применяется PKI (Public Key Infrastructure) – система, объединяющая ЦС, реестры и политики доверия.

Таким образом, доверие к открытым ключам в системах ЭДО обеспечивается через механизмы сертификации как при личном контакте

участников, так и через цифровые сертификаты, выдаваемые ЦС [9]. Использование PKI позволяет масштабировать систему, обеспечивая безопасное взаимодействие между большим количеством участников.

Источники

1. Хорев П.Б., Лосев Д.А. Безопасный обмен файлами на основе сетей доверия и сертификатов открытых ключей с помощью разработанного приложения // Программные продукты и системы. 2024. № 2. С. 230-237.
2. Талипов Н.Г., Катасёв А.С. Нечетко-продукционная модель и программный комплекс распределения заданий в системах электронного документооборота // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2016. № 3 (31). С. 27-47.
3. Талипов Н.Г., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Методы построения и оценки нечётко-продукционной модели распределения заданий в системе электронного документооборота Роскомнадзора // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 2. С. 100-106.
4. Мельников Д.А., Релеев Ю.Ф., Кварацхелия Л.Д. Модель доверия для цифровой экономики Российской Федерации // Безопасность информационных технологий. 2020. Т. 27. № 2. С. 47-64.
5. Мельников Д.А., Будников Д.А., Коннова И.Г., Кубаев А.В. Рекомендации по созданию инфраструктуры доверия системы цифрового рубля // Безопасность информационных технологий. 2024. Т. 31. № 3. С. 43-63.
6. Мельников Д.А. Проблема доверия к удостоверяющим центрам в Российской Федерации // Системы высокой доступности. 2022. Т. 18. № 1. С. 5-15.
7. Будзко В.И., Королёв В.И., Мельников Д.А. Архитектура и принципы построения ключевых систем в широкомасштабных информационно-телекоммуникационных системах // Системы высокой доступности. 2022. Т. 18. № 2. С. 5-24.
8. Колмаков С.В. Применение электронной подписи при получении государственных услуг ПФР // Стратегии бизнеса. 2019. № 9 (65). С. 10-15.
9. Мельников Д.А., Беленков В.Г., Кейер П.А., Королев В.И., Белова Е.И. Первый опыт создания системы доверия в России на основе инфраструктуры открытых ключей // Системы высокой доступности. 2022. Т. 18. № 4. С. 28-43.

УДК 004

ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Поторочина Полина Дмитриевна, Иванова Вилия Равильевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
polinapotorocina59@gmail.com

Аннотация. С увеличением объемов обрабатываемых данных и постоянным ростом числа киберугроз, вопрос безопасности обработки информации становится как никогда актуальным. В данной статье рассматриваются основные технологии обеспечения безопасности информации, включая шифрование, системы управления доступом, антивирусные программы и технологии блокчейн. Также исследуются новейшие подходы к обеспечению защиты данных, такие как искусственный интеллект и машинное обучение. Статья подчеркивает важность многослойного подхода к безопасности информации и рассматривает реальные примеры надлежащей защиты данных.

Ключевые слова: безопасность информации, киберугрозы, шифрование, управление доступом, антивирусные программы, искусственный интеллект, блокчейн.

INFORMATION PROCESSING SECURITY TECHNOLOGIES

Potorochina Polina D., Ivanova V.R.
KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan
polinapotorocina59@gmail.com

Abstract. With the increasing volume of data being processed and the constant increase in the number of cyber threats, the issue of information processing security is becoming more relevant than ever. This article discusses the main information security technologies, including encryption, access control systems, antivirus programs, and blockchain technologies. The latest approaches to data protection, such as artificial intelligence and machine learning, are also being explored. The article highlights the importance of a multi-layered approach to information security and examines real-world examples of proper data protection.

Keywords: information security, cyber threats, encryption, access control, antivirus programs, artificial intelligence, blockchain.

В современном цифровом мире безопасность обработки информации занимает одно из центральных мест в списке приоритетных задач. В условиях, когда общество становится все более зависимым от технологий, угроза утечки данных, разглашения конфиденциальной информации и других киберугроз

становится реальной и значительной. Эти инциденты могут иметь серьезные последствия, как для отдельных пользователей, так и для организаций в целом. Поэтому разработка и внедрение эффективных технологий и стратегий для защиты информации становятся неотъемлемой частью работы специалистов в области информационной безопасности.

Существует множество технологий, которые применяются для обеспечения безопасности данных, и они различаются по своему назначению, а также по методам, которые используются для их реализации. Одной из самых распространенных и важных технологий является шифрование данных. Этот процесс позволяет преобразовать читаемую информацию в зашифрованный формат, который становится недоступным для несанкционированного доступа. Чтобы расшифровать такие данные и получить к ним доступ, требуется специальный ключ, который может быть известен только авторизованным пользователям.

Кроме шифрования, существуют и другие методы защиты информации, такие как аутентификация и авторизация. Аутентификация позволяет убедиться в том, что пользователь является тем, за кого себя выдает, с помощью различных методов, например, паролей, биометрических данных или токенов. Авторизация, в свою очередь, определяет, какие права и доступ к ресурсам имеет данный пользователь после успешной аутентификации. Эти процессы являются важными элементами системы безопасности, так как они помогают предотвратить несанкционированный доступ к данным.

Также стоит упомянуть о важности регулярного обновления программного обеспечения и систем безопасности. В условиях постоянно меняющегося ландшафта киберугроз, устаревшие системы могут стать уязвимыми для атак. Поэтому организациям необходимо следить за актуальностью своих технологий и регулярно обновлять их, чтобы защитить свои данные от потенциальных угроз [1].

Таким образом, безопасность обработки информации в цифровом мире требует комплексного подхода и использования различных технологий и стратегий. Шифрование данных, аутентификация, авторизация и регулярное обновление систем — это лишь некоторые из методов, которые помогают защитить информацию и минимизировать риски, связанные с киберугрозами. Важно, чтобы как отдельные пользователи, так и организации осознавали значимость этих мер и принимали активные шаги для их реализации.

Существуют два основных типа шифрования:

- Симметричное шифрование: один и тот же ключ используется как для шифрования, так и для дешифрования данных. Примеры: AES (Advanced Encryption Standard), DES (Data Encryption Standard).

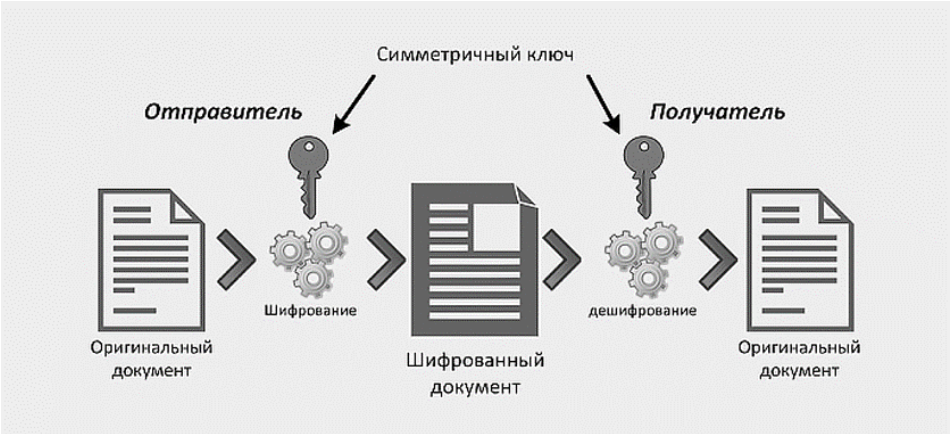


Рис. 1. Симметричное шифрование

- Асимметричное шифрование: используются два ключа - публичный и закрытый. Публичный ключ используется для шифрования данных, а закрытый — для их дешифрования. Пример: RSA (Rivest–Shamir–Adleman) [2].

Рис. 2. Схема шифрования

Криптографические методы находят применение в широком спектре задач, от защиты переписки по электронной почте и установления безопасных соединений (SSL/TLS) до обеспечения конфиденциальности данных, хранящихся на различных носителях. Актуальные шифровальные технологии гарантируют необходимый уровень защиты при обмене данными и их сохранении.

Системы контроля доступа (СКД) играют ключевую роль в обеспечении информационной безопасности, определяя круг лиц, имеющих право на доступ к информации.

Аутентификация: процедура удостоверения личности пользователя, например, посредством ввода логина и пароля или использования биометрических данных.

Авторизация: процесс установления прав доступа пользователя к системным ресурсам.

Разнообразные технологические решения, такие как многофакторная аутентификация (МФА), существенно увеличивают степень защищенности, требуя для подтверждения личности пользователя использования нескольких независимых методов.

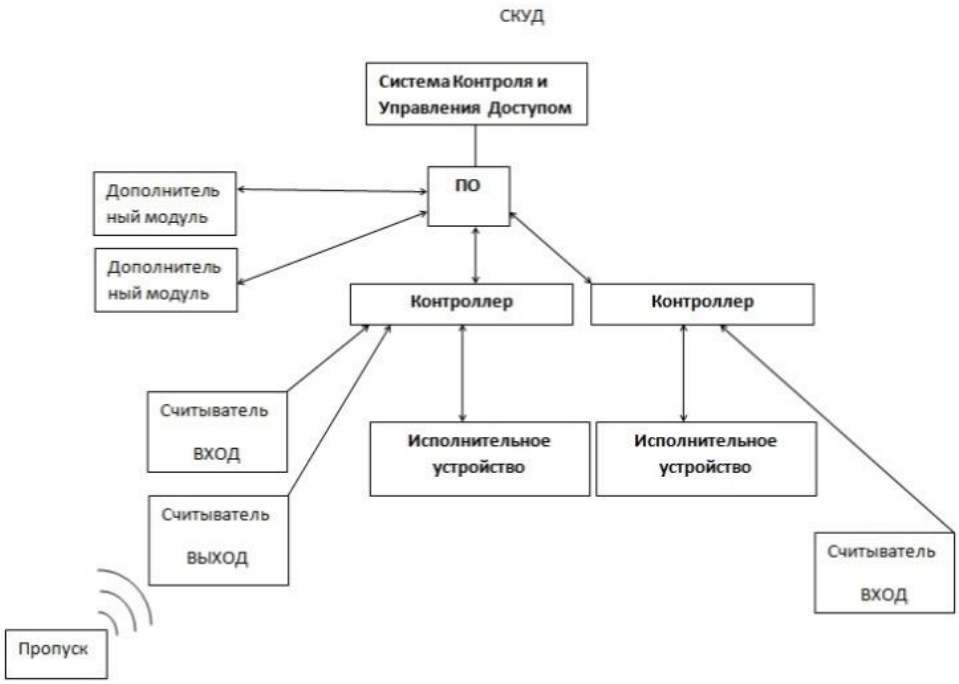


Рис. 3. Система управления доступом

Антивирусные программы и системы обнаружения вторжений (IDS) служат для защиты компьютерных систем от вредоносного ПО и кибератак.

Антивирусные программы сканируют файлы в режиме реального времени, выявляя и блокируя вредоносные программы, такие как вирусы, черви и трояны. Многие из них также предоставляют функции автоматического обновления баз данных вирусов [3].

IDS отслеживает сетевой трафик и активность пользователей для выявления подозрительных действий. Они могут быть активными (вмешиваются в происходящее) или пассивными (сообщают о возможных угрозах без вмешательства).

Защита информации, циркулирующей в сетевых средах, обеспечивается сетевой безопасностью. Ключевые элементы включают в себя:

Межсетевые экраны, или брандмауэры, фильтруют трафик, поступающий в сеть и исходящий из нее, предотвращая несанкционированные подключения. Современные брандмауэры способны функционировать на разных уровнях модели OSI и адаптироваться под конкретные нужды.

Виртуальные частные сети (VPN) формируют безопасное соединение поверх общедоступной сети, шифруя данные и маскируя личность пользователей. Они особенно полезны для безопасного подключения к внутренним ресурсам компании извне [4].

Новейшие технологии, такие как искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО), постепенно внедряются в сферу информационной безопасности. Они способствуют автоматизации выявления угроз и повышают оперативность реагирования на них.

AI и ML могут анализировать большие объемы данных и выявлять аномалии, которые могут указывать на потенциальные киберугрозы. Это позволяет организациям быстрее реагировать на инциденты и снижать риск нападений.

Системы, использующие AI, могут предсказывать вероятные атаки на основе анализа исторических данных и паттернов поведения. Это позволяет проактивно устранять уязвимости, прежде чем они могут быть использованы злоумышленниками.

Технологии обеспечения безопасности обработки информации продолжают развиваться, адаптируясь к новым вызовам и угрозам. Использование многослойного подхода, включающего шифрование, системы управления доступом, антивирусные программы и новые технологии, такие как AI и ML, позволяет существенно повысить уровень защиты данных [5].

Безопасность информации — это не просто введение технологий, но и формирование культуры безопасности на всех уровнях организации, что также имеет немаловажное значение в условиях бурного роста киберугроз.

Источники

1. Столлингс У., Браун Л. (2012). Компьютерная безопасность: принципы и практика. Пирсон.

2. Андерсон Р. (2020). Разработка системы безопасности: руководство по созданию надежных распределенных систем. Уайли.

3. Лаборатория Касперского. (2021). "Ландшафт угроз для финансового сектора". Всего: kaspersky.com

4. Арора А., Раман Д. (2019). "Искусственный интеллект в кибербезопасности: обзор". Международный журнал информационной безопасности, 18 (2), 131-145.

5. Чехони С. (2017). "Криптографические алгоритмы и протоколы".

6. Руководство по компьютерной и информационной безопасности. Морган Кауфманн.

УДК 004.056

НАДЕЖНОЕ ШИФРОВАНИЕ В ЭПОХУ КВАНТОВЫХ УГРОЗ: АКТУАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ 2024 ГОДА

Пырнова Ольга Александровна, Абдулин Сергей Айдарович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
pyrnovao_99@mail.ru, abdulin.sa@kgeu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные алгоритмы шифрования данных, их криптостойкость и перспективы применения в 2024 году. Проведен сравнительный анализ симметричных, асимметричных и постквантовых криптографических алгоритмов, а также их устойчивость к атакам с использованием квантовых вычислений. Особое внимание уделено стандартам NIST, новым протоколам защиты данных и рекомендациям по выбору алгоритмов для различных сценариев использования. В заключении предложены стратегии миграции на более безопасные криптографические решения в условиях роста киберугроз.

Ключевые слова: шифрование, криптография, AES, RSA, ECC, постквантовая криптография, NIST, кибербезопасность.

STRONG ENCRYPTION IN THE ERA OF QUANTUM THREATS: CURRENT STANDARDS IN 2024

Pyrnova Olga Aleksandrovna, Abdulin Sergey Aidarovich
KSPEU, Kazan, Россия
pyrnovao_99@mail.ru, abdulin.sa@kgeu.ru

Abstract. The article discusses modern data encryption algorithms, their cryptographic strength, and application prospects in 2024. A comparative analysis of symmetric, asymmetric, and post-quantum cryptographic algorithms is conducted, as well as their resistance to attacks using quantum computing. Particular attention is paid to NIST standards, new data protection protocols, and recommendations for choosing algorithms for various use cases. In conclusion, migration strategies to more secure cryptographic solutions are proposed in the context of growing cyber threats.

Keywords: encryption, cryptography, AES, RSA, ECC, post-quantum cryptography, NIST, cybersecurity.

Последнее десятилетие цифровой трансформации коренным образом пересмотрело базовые принципы защиты информации. Те криптографические стандарты, что еще вчера считались достаточными для большинства задач – RSA-2048 и AES-128 – сегодня вызывают обоснованные опасения специалистов по безопасности. Виной тому стремительное развитие квантовых вычислений, где отдельные операции выполняются с фантастической скоростью, недостижимой для классических компьютеров. Это технологическое прорыв

создал принципиально новую парадигму угроз для традиционных криптографических систем.

История современного шифрования демонстрирует постоянную «гонку вооружений» между создателями защитных систем и злоумышленниками. Алгоритм AES, разработанный в 2001 году, до сих пор остается эталоном симметричного шифрования благодаря своей элегантной математической структуре и тщательной проверке временем [1]. Его 256-битная версия требует 2^{256} операций для полного перебора, что делает brute-force атаки неосуществимыми даже для квантовых систем. Однако асимметричная криптография оказалась в куда более уязвимом положении. Алгоритмы RSA и ECC, основанные на проблемах факторизации и дискретного логарифмирования, оказались уязвимы перед квантовым алгоритмом Шора. Это заставило криптографическое сообщество искать принципиально новые математические подходы к защите информации [2].

В 2022 году Национальный институт стандартов и технологий (NIST) подвел итоги масштабного многолетнего исследования, в ходе которого были отобраны наиболее перспективные квантово-устойчивые алгоритмы. Каждый из этих криптографических «новобранцев» обладает уникальными характеристиками и математическими особенностями, подробно представленными в таблице 1. Этот тщательно составленный перечень открывает новую главу в истории защиты информации, где традиционные подходы гармонично дополняются инновационными решениями.

Таблица 1. Характеристики постквантовых криптографических алгоритмов, отобранных NIST в 2022 году

Тип алгоритма	Название	Основа	Примечание
Ключевое обменение	CRYSTALS-Kyber	Алгебраические решетки	TLS, VPN
Цифровая подпись	CRYSTALS-Dilithium	Проблема обучения с ошибками	Аутентификация
Альтернативные	SPHINCS+	Хеш-функции	Резервные системы

Разберем каждый из алгоритмов более подробно:

1. CRYSTALS-Kyber. Данный алгоритм стал золотым стандартом для квантово-устойчивого обмена ключами. Его уникальность заключается в использовании модулярной арифметики над алгебраическими решетками, что делает его одновременно устойчивым к квантовым атакам и достаточно эффективным для практического применения. Kyber предлагает три уровня безопасности (128, 192 и 256 бит), причем даже базовый уровень считается более стойким, чем 3072-битный RSA. Особенностью является возможность

параметрической настройки – разработчики могут выбирать между большей безопасностью и более высокой производительностью;

2. CRYSTALS-Dilithium. Самый сбалансированный алгоритм для цифровых подписей. Его математическая красота заключается в элегантном сочетании проблем обучения с ошибками (LWE) и модулярной алгебры. Dilithium особенно хорош для устройств с ограниченными ресурсами, так как требует в 10-20 раз меньше памяти по сравнению с традиционными ECC-алгоритмами. Важной особенностью является его устойчивость к атакам через временные каналы и электромагнитное излучение, что критично для IoT-устройств;

3. SPHINCS+. Этот алгоритм представляет собой радикально иной подход к постквантовой криптографии. Вместо сложной математики он использует только криптографические хеш-функции, что делает его «неуязвимым вдвойне» – устойчивым как к квантовым, так и к потенциальным прорывам в алгебраической криптографии. Его архитектура на основе гипердеревьев Меркле позволяет создавать практически неограниченное количество одноразовых подписей. Хотя большие размеры подписей ограничивают его применение, для критически важных систем (например, корневых сертификатов) он становится идеальным выбором.

Эти три алгоритма образуют сбалансированный «криптографический арсенал» будущего, где Kyber обеспечивает быстрый обмен ключами, Dilithium – компактные и надежные подписи, а SPHINCS+ выступает как гарант безопасности на крайний случай. Их комбинация покрывает 95% всех практических сценариев использования криптографии в постквантовую эпоху.

Однако внедрение новых криптографических стандартов сопряжено с рядом серьёзных вызовов. Среди ключевых проблем можно выделить:

1. Совместимость существующих инфраструктур с новыми алгоритмами –многие текущие системы не готовы к интеграции с новыми алгоритмами без значительных доработок [3];

2. Производительность постквантовых решений – некоторые из них требуют в десятки, а то и в сотни раз больше вычислительных ресурсов по сравнению с классическими методами;

3. Вопросы доверия к новым математическим моделям – в отличие от проверенных десятилетиями алгоритмов, постквантовая криптография пока не прошла длительную апробацию в реальных условиях.

Для минимизации рисков эксперты предлагают гибридный подход, при котором новые алгоритмы работают в паре с традиционными. Например, в TLS1.3 можно одновременно задействовать как проверенный ECDH для обмена ключами, так и перспективный алгоритм Kyber в качестве дополнительного уровня защиты.

Развитие защитных технологий идет по нескольким перспективным направлениям. Среди наиболее многообещающих технологий будущего выделяются:

– Квантовое распределение ключей (QKD) – метод, основанный на фундаментальных законах квантовой механики, обеспечивающий теоретически абсолютную стойкость передачи данных;

– Гомоморфное шифрование – позволяет выполнять вычисления с зашифрованными данными без их расшифровки, открывая новые горизонты для конфиденциальной обработки информации;

– Блокчейн-решения – децентрализованное хранение ключей повышает отказоустойчивость и безопасность систем.

Таким образом, современная криптография стоит на пороге масштабных изменений. Переход к постквантовым алгоритмам – неизбежный процесс, требующий тщательной подготовки и поэтапного внедрения [4]. Организациям уже сегодня необходимо закладывать основы будущей безопасности: анализировать риски, тестировать новые решения и развивать компетенции в этой области. Полный переход займёт годы, но начинать его следует сейчас – от этого зависит долгосрочная защищённость данных в эпоху квантовых вычислений.

Источники

1. Пырнова О.А. Информационная безопасность в эпоху квантовых технологий // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: Международная научно-техническая конференция. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. С. 439-443.

2. Злыгостев Д.Д. Информационная безопасность как инструмент обеспечения экономической безопасности предприятий / Д. Д. Злыгостев, Р. С. Зарипова // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2017. – С. 23-25.

3. Рысаева К.С. Нейросетевая модель оценки вредоносности web-сайтов / К.С. Рысаева, И.В. Аникин, А.С. Катасев // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 74-77.

4. Исхакова Ю.Р. Угрозы кибербезопасности, связанные с использованием искусственного интеллекта / Ю.Р. Исхакова, О.А. Пырнова // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения: Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 1288-1292.

УДК: 004.42

РОЛЬ БИОМЕТРИИ В КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Раимбеков Актан Жамгырбекович
Ошский государственный педагогический университет, г. Ош, Кыргызстан
raimbekov.aktan21@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается использование биометрических технологий как метода повышения уровня безопасности в информационных системах. Описание различных типов биометрии, таких как отпечатки пальцев, распознавание лиц, голосовая биометрия, а также их роль в предотвращении несанкционированного доступа. Обсуждаются плюсы и минусы применения биометрических методов в контексте киберугроз и перспективы их развития в условиях растущих рисков для корпоративных и персональных данных.

Ключевые слова: биометрия, кибербезопасность, распознавание лиц, отпечатки пальцев, голосовая биометрия, защита данных.

THE ROLE OF BIOMETRICS IN CYBERSECURITY

Raimbekov Aktan Jamgyrbekovich
Osh State Pedagogical University, Osh, Kyrgyzstan
raimbekov.aktan21@gmail.com

Abstract. The article examines the use of biometric technologies as a method to enhance security in information systems. It describes various types of biometrics such as fingerprints, facial recognition, voice biometrics, and their role in preventing unauthorized access. The advantages and disadvantages of using biometric methods in the context of cyber threats are discussed, along with the prospects for their development in the face of increasing risks to corporate and personal data.

Keywords: biometrics, cybersecurity, facial recognition, fingerprints, voice biometrics, data protection.

С развитием технологий и увеличением объемов данных проблема защиты информации становится все более актуальной. Киберугрозы становятся все более изощренными, что требует постоянного обновления методов защиты. Одним из наиболее перспективных направлений в области обеспечения информационной безопасности является биометрия. Биометрические технологии позволяют значительно повысить уровень безопасности, минимизируя риски, связанные с утечкой данных и несанкционированным доступом.

Основы биометрии. Биометрия включает в себя методы, основанные на использовании уникальных физических и поведенческих характеристик человека для идентификации или аутентификации. Наиболее популярными видами биометрии являются:

Отпечатки пальцев — один из самых распространенных и надежных методов.

Распознавание лиц — используется для идентификации личности по изображениям лица [3].

Голосовая биометрия — распознавание голосовых характеристик для аутентификации [1].

Радужная оболочка глаза — уникальный метод, который использует структуру радужки для идентификации.

Эти методы основаны на уникальности физиологических признаков, что делает их эффективными для предотвращения фальсификаций.

Биометрия в контексте киберугроз. Современные угрозы в области кибербезопасности, такие как фишинг, социальная инженерия и взломы паролей, представляют собой серьезные риски для информационных систем. Биометрия может существенно повысить уровень безопасности, предоставляя защиту от: неавторизованных попыток доступа, подмены идентификаторов, системы биометрической аутентификации предоставляют высокую степень защиты, так как трудно подделать уникальные биометрические признаки.

Преимущества и недостатки биометрии в кибербезопасности.

Преимущества:

- Высокий уровень безопасности: Биометрия не может быть забыта или утрачена, как это происходит с паролями или PIN-кодами [4].
- Удобство: Быстрая аутентификация без необходимости запоминать сложные пароли.
- Невозможность подделки: Физиологические особенности трудно подделать.

Недостатки:

- Риски утечек данных: В случае утечки биометрических данных последствия могут быть более серьезными, чем утечка пароля [2].
- Высокая стоимость внедрения: Системы биометрической аутентификации требуют значительных вложений в оборудование и программное обеспечение.
- Проблемы с конфиденциальностью: Биометрические данные — это личная информация, и ее сбор требует строгих мер защиты [3].

Перспективы развития биометрии в кибербезопасности.

С каждым годом биометрические технологии становятся все более доступными и точными. В будущем они могут быть использованы не только для защиты от внешних угроз, но и для предотвращения внутренних атак. Особое внимание стоит уделить интеграции биометрии с искусственным интеллектом для более точного и быстрого обнаружения аномалий [5].

В дальнейшем также ожидается усиление стандартов защиты биометрических данных, что позволит улучшить безопасность на глобальном уровне и повысить доверие пользователей к этим технологиям.

Заключение. Биометрия представляет собой ключевое направление в обеспечении кибербезопасности, которое способно значительно улучшить методы аутентификации и идентификации. Несмотря на ряд недостатков, таких как высокая стоимость и риски утечек данных, использование биометрии продолжает набирать популярность. Перспективы дальнейшего развития этой технологии очевидны и заключаются в создании более безопасных и удобных решений для защиты данных.

Источники

1. Иванов И.И. Биометрические технологии в информационной безопасности: учебное пособие. Москва, 2023.

2. Петрова С.А., Смирнов В.И. Проблемы внедрения биометрии в современные системы безопасности // Журнал информационной безопасности. 2022. Т. 10. № 3. С. 45–50.

3. Sharma R., Verma S. Biometrics for cybersecurity: challenges and solutions. // International Journal of Security and Privacy. 2023. Vol. 20, Issue 4, pp. 112–118.

4. Сидоров А.Е. Голосовая биометрия как средство аутентификации пользователей в информационных системах. // Информационные технологии и безопасность. 2021. Т. 12. № 2. С. 68–72.

5. Проблемы безопасности данных в эпоху цифровизации // Интернет-ресурс. [Электронный ресурс]. https://www.cybersec.com/articles/biometrics.

УДК 004.056

ВИДОВЫЕ КАНАЛЫ УТЕЧЕК ИНФОРМАЦИИ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ

Рахманов Артур Альбертович, Шарипов Рифат Рашатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
rahmanov.artur2014@yandex.ru

Аннотация. Обсуждены ключевые типы каналов утечки информации. Выделены основные категории таких каналов: прямой, фото-видеосъемка и оптический. Также представлены простые и доступные методы защиты личной информации от утечек.

Ключевые слова: каналы утечки, хищение информации, утечка личной информации

TYPES OF INFORMATION LEAKS AND METHODS OF PROTECTION

Rakhmanov Arthur Albertovich, Sharipov Rifat Rashatovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
rahmanov.artur2014@yandex.ru

Abstract. The key types of information leakage channels are discussed. The main categories of such channels are highlighted: direct, photo-video and optical. There are also simple and affordable methods to protect personal information from leaks.

Keywords: leakage channels, information theft, personal information leakage

Утечка информации — это процесс несанкционированной передачи данных от источника к злоумышленнику, который может быть связан с иностранными разведками, конкурентами, преступными группировками или террористическими организациями [1].

Существует несколько типов утечек, в том числе:

• Прямые

• Фото- и видеосъемка

• Оптические

Оптическая утечка происходит через восприятие информации человеком с использованием специализированных технических устройств, которые увеличивают возможности зрения при слабом освещении, наблюдении на дальние расстояния или в условиях низкой четкости изображения. К примеру, это может быть подглядывание через бинокль с соседнего здания или использование оптических датчиков, которые фиксируют информацию в видимом или инфракрасном спектре. В некоторых случаях визуальная информация записывается на фотопленку или электронные носители. Такой

метод наблюдения позволяет собирать значительные объемы информации, особенно когда это связано с копированием документов или образцов продукции. Однако процесс наблюдения является трудоемким и требует существенных ресурсов.

Основные характеристики оптических устройств (включая человеческий глаз) включают угловое разрешение, освещенность и частоту смены изображений. Для наблюдения на больших расстояниях используются объективы с большими диаметрами, а для увеличения — длиннофокусные объективы, что снижает общий угол зрения системы [2].

Для видеонаблюдения применяют различные камеры, включая проводные, радиопередающие и носимые. Современное оборудование позволяет вести наблюдение как днем, так и ночью, на различных расстояниях, в видимом и инфракрасном диапазоне. В условиях темноты используются приборы ночного видения и тепловизоры, которые усиливают слабое световое поле и преобразуют его в видимое изображение [3].

Меры защиты от оптических утечек информации включают:

• Размещение объектов так, чтобы исключить возможность отражения света в сторону злоумышленников.

• Снижение отражающих свойств объектов.

• Ограничение освещенности объектов.

• Использование преграждающих средств, таких как ширмы, экраны, шторы и тонированные стекла.

• Применение маскировочных методов и средств, например, аэрозольных завес, сеток и специальных красок.

• Использование средств пассивной и активной защиты для минимизации неконтролируемого распространения света и других излучений.

Таким образом, защита от утечек информации через оптические каналы требует комплексного подхода, который включает как технические средства защиты, так и организационные меры, направленные на предотвращение визуального наблюдения и записи данных.

Источники

1. Шпионские штучки или секреты тайной радиосвязи. / Адаменко М. В.: ДМК Пресс; Москва; 2010.

2. Основные каналы утечки информации [Электронный ресурс] URL: https://rtsolar.ru/products/solar_dozor/blog/2085/ (дата обращения 27.03.2025).

3. Защита от утечки конфиденциальной информации [Электронный ресурс] URL: https://www.azone-it.ru/zashchita-ot-utechki-konfidencialnoy-informacii (дата обращения 28.03.2025).

УДК 004-056.53

ЗАЩИТА REST API ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

Редькин Святослав Сергеевич
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева - КАИ, г. Казань, Россия
kks448840@gmail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные угрозы безопасности REST API, такие как неавторизованный доступ, атаки MITM, SQL инъекции, DDoS и другие. Описаны методы защиты, включая аутентификацию и авторизацию с применением OAuth 2.0 и JWT, шифрование данных через TLS/SSL, ограничение запросов, валидацию входных данных, логирование и мониторинг, а также проверку на CSRF. В статье представлен комплексный подход к защите REST API, который рекомендуется для обеспечения высокого уровня безопасности в современных сетевых приложениях.

Ключевые слова: REST API, безопасность, аутентификация, авторизация, OAuth 2.0, JWT, шифрование данных, TLS/SSL, ограничение запросов, валидация данных, логирование, мониторинг, CSRF.

PROTECTING THE REST API FROM UNAUTHORIZED ACCESS

Redkin Svyatoslav Sergeevich
Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev - KAI, Kazan, Russia
kks448840@gmail.ru

Abstract. The article discusses the main threats to REST API security, such as unauthorized access, MITM attacks, SQL injection, DDoS, and others. Security methods are described, including authentication and authorization using OAuth 2.0 and JWT, data encryption via TLS/SSL, request restriction, input data validation, logging and monitoring, as well as CSRF verification. The article presents a comprehensive approach to protecting the REST API, which is recommended to ensure a high level of security in modern network applications.

Keywords: REST API, security, authentication, authorization, OAuth 2.0, JWT, data encryption, TLS/SSL, request restriction, data validation, logging, monitoring, CSRF.

REST (Representational State Transfer) API является одним из самых популярных архитектурных стилей для создания веб-сервисов. Он позволяет приложениям взаимодействовать между собой с помощью HTTP–протоколов. Однако, как и в случае с любым другим сетевым приложением, API подвержены различным угрозам безопасности, таким как утечка данных,

подмена запросов и другие атаки. Поэтому важно обеспечить надлежащую защиту данных и контролировать доступ [1].

Основные угрозы для REST API

1. Неавторизованный доступ: Один из самых распространенных рисков – это попытка доступа к ресурсам API без должных прав.

2. Подмена данных (Man-in-the-middle, MITM): Атаки MITM могут перехватывать и изменять данные, передаваемые между клиентом и сервером.

3. SQL инъекции и XSS: При неправильно валидированных данных, API может быть уязвимо для SQL инъекций и атак с помощью скриптов.

4. Перегрузка сервиса (DDoS): API могут стать жертвами атак на отказ в обслуживании (DoS/DDoS).

Методы защиты REST API

1. Аутентификация и авторизация

OAuth 2.0: Это один из наиболее популярных протоколов для аутентификации и авторизации в REST API. OAuth 2.0 позволяет пользователям предоставить сторонним сервисам доступ к своим данным без передачи пароля. В API OAuth используется для обеспечения безопасной авторизации[2].

Плюсы:

1. Поддержка множества различных источников данных.

2. Безопасность: пользователи не передают пароли сторонним приложениям.

3. Широко используется в промышленности, включая крупные сервисы (Google, Facebook).

Минусы:

1. Сложность внедрения, требуется использование сторонних сервисов для получения токенов.

2. Риски утечек токенов и возможные уязвимости, связанные с их хранением.

JWT (JSON Web Token): JWT – это токен, который содержит информацию о пользователе и который сервер может использовать для проверки подлинности запросов. Он безопасно передается между клиентом и сервером, предоставляя доступ к защищенным ресурсам [2].

Плюсы:

1. Быстрое создание и верификация токенов.

2. Легко интегрируется в распределенные системы.

3. Не требует постоянных запросов к базе данных для проверки подлинности (все нужные данные уже закодированы в токене).

Минусы:

1. Токены могут быть украдены, если не обеспечен защищенный канал передачи данных.

2. Токены могут быть подвержены утечке, если не применяются дополнительные меры безопасности (например, шифрование на клиентской стороне).

2. Шифрование данных (TLS/SSL)

Для предотвращения перехвата данных при передаче между клиентом и сервером используется шифрование через протоколы TLS (Transport Layer Security) и SSL (Secure Sockets Layer). Эти протоколы обеспечивают безопасность при передаче данных по сети, защищая данные от атак MITM. Принцип работы TLS и SSL заключается в использовании криптографических алгоритмов, таких как асимметричное шифрование, симметричное шифрование и хеширование. В процессе установления соединения клиент и сервер обмениваются ключами шифрования, после чего передаваемые данные становятся недоступными для перехвата. Современные версии TLS, такие как TLS 1.2 и 1.3, обеспечивают более высокий уровень безопасности по сравнению с устаревшими версиями SSL, которые уже признаны уязвимыми [3].

Плюсы:

1) Полная защита от перехвата данных.

2) TLS/SSL широко используется и поддерживается большинством современных браузеров и серверов.

Минусы:

1) При отсутствии правильной настройки или устаревших сертификатов возможны уязвимости.

2) Для использования требуется валидный SSL сертификат, что может привести к дополнительным затратам.

3. Ограничение запросов (Rate Limiting)

Ограничение частоты запросов (Rate Limiting) является важным механизмом защиты API от атак на отказ в обслуживании (DoS и DDoS) и чрезмерного потребления ресурсов, что может привести к замедлению работы сервиса или его полной недоступности. Данный метод основан на контроле количества запросов, которые могут быть отправлены от одного источника за определенный промежуток времени. Помимо защиты от перегрузки, Rate Limiting также эффективен для предотвращения брутфорс-атак, в ходе которых злоумышленники многократно отправляют запросы, пытаясь подобрать учетные данные или получить несанкционированный доступ [3].

Плюсы:

1) Защищает API от перегрузки запросами и DDoS-атак.

2) Помогает сбалансировать нагрузку на сервер.

Минусы:

1) Может ограничить функциональность API для пользователей, если лимиты слишком строгие.

2) Трудности с настройкой для масштабируемых систем.

4. Валидация входных данных

Для защиты от SQL-инъекций и других атак необходимо тщательно проверять все входные данные. Валидация может включать проверку формата данных, длины строк, диапазонов чисел и другие аспекты [3].

Плюсы:

1) Минимизирует риски SQL инъекций и XSS атак.

2) Уменьшает вероятность неправильных данных в базе.

Минусы:

1) Требуется дополнительное время на разработку и тестирование.

2) Валидация может усложнить обработку сложных данных.

5. Логирование и мониторинг

Логирование всех запросов и ответов API помогает выявить подозрительные активности и отслеживать попытки атак. Это включает хранение информации о времени, типе запроса, IP-адресе и других метаданных [3].

Плюсы:

1) Позволяет отслеживать и анализировать возможные угрозы.

2) Быстрое выявление несанкционированных действий.

Минусы:

1) Логирование может увеличить нагрузку на систему.

2) Требует дополнительных усилий для анализа и реагирования на события.

6. Проверка на CSRF (Cross-Site Request Forgery)

CSRF-атаки направлены на выполнение несанкционированных запросов от имени пользователя, который уже авторизован. Для защиты от таких атак используется проверка наличия CSRF-токенов в запросах [3].

Плюсы:

1) Защищает от подделки запросов и манипуляции с состоянием пользователя.

2) Простая в реализации в большинстве современных веб-фреймворков.

Минусы:

1) Может вызывать проблемы с совместимостью при использовании API с различными клиентами (например, мобильными приложениями).

2) Может добавить дополнительные шаги в процесс аутентификации.

Защита REST API от несанкционированного доступа требует комплексного подхода, который включает в себя использование методов аутентификации и авторизации, шифрование данных, ограничение частоты запросов и валидацию входных данных. Каждый метод имеет свои плюсы и минусы, и для обеспечения максимальной безопасности рекомендуется использовать несколько методов в комбинации.

Источники

1. Domoney C. Defending APIs: Uncover Advanced Defense Techniques to Craft Secure Application Programming Interfaces. – Packt Publishing, 2023. – 320 p.

2. RFC 6749: The OAuth 2.0 Authorization Framework / D. Hardt. – Internet Engineering Task Force (IETF), 2012. – 76 p.

3. REST API Security Best Practices [Электронный ресурс] / Microsoft Docs. – Режим доступа: https://learn.microsoft.com/en-us/azure/security/fundamentals/api-security, свободный. – Дата обращения: 26.03.2025.

УДК 338.2

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ УГРОЗАМ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

Родичева Валентина Петровна, Терешонок Степан Дмитриевич
ФГБОУ ВО «РАНХиГС», Брянский филиал, г. Брянск, Россия
rodichevav@rambler.ru, stepantereshonok@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются влияния угроз информационной безопасности на хозяйствующие субъекты. Отдельно рассматривается киберпреступность как угроза экономической безопасности предприятия. Автор выделяет сферы проявления угроз и последствия для экономической деятельности хозяйствующего субъекта. Рассмотрены методы противодействия угрозам.

Ключевые слова: Информационная безопасность, экономическая безопасность, киберпреступность, угрозы, риски.

COUNTERING CYBERSECURITY THREATS AS A FACTOR IN ENSURING THE ECONOMIC SECURITY OF AN ECONOMIC ENTITY

Rodicheva Valentina Petrovna, Tereshonok Stepan Dmitrievich
RANEPA, Bryansk Branch, Bryansk, Russia
rodichevav@rambler.ru, stepantereshonok@yandex.ru

Abstract. The article examines the impact of information security threats on business entities. Cybercrime is considered separately as a threat to the economic security of the enterprise. The author identifies the areas of threat manifestation and the consequences for the economic activity of an economic entity. Methods of countering threats are considered.

Keywords: Information security, economic security, cybercrime, threats, risks.

В современных реалиях информация является наиважнейшим двигателем общества. Данная категория активно участвует в развитии различных сфер общества и исходя из этого подвергается влиянию разнообразных рисков и угроз. В связи с этим государство принимает ряд мер, которые в свою очередь обеспечивают безопасность информационных потоков.

Если рассматривать информационную безопасность в целом, то под ней стоит понимать обеспечение безопасности жизненно важных интересов личности общества и государства в сфере информационных потоков, мобильных вычислений, кибербезопасности, инфраструктуры и сетей от

внутренних и внешних угроз. Поскольку в условиях деятельности предприятия происходит огромное количество информационных потоков, то задача обеспечения информационной безопасности становится первостепенной. На хозяйствующих субъектах создаются специализированные отделы, которые выявляют и пресекают угрозы кибербезопасности. Стоит отметить, что актуальность темы исследования подтверждается на уровне образования, с каждым годом высшие учебные заведения выпускают большое количество специалистов в области информационной безопасности на российский рынок труда [1].

С учетом современных тенденций и появлениям новых вызовов и угроз, кибербезопасность является одной из сфер, которая постоянно развивается. Правонарушители в области киберпреступности находят новые и изощренные методы, при помощи которых можно навредить деятельности не только хозяйствующего субъекта, но и государства в целом. Связана такая тенденция с активным внедрением технологий на производство; нельзя себе представить предприятие, на котором нет компьютеров или автоматизированной линии производства, которые, в первую очередь, подвержены угрозам. На сегодняшний день яркими примерами можно назвать взлом программного обеспечения, отключение систем на импортных станках, атаки на облачные сервисы, утечки информации и т.д.

Руководствующее звено сталкивается с новыми вызовами, для решения которых необходим найм квалифицированных рабочих в сфере информационной безопасности. Если еще 10 лет назад можно было обходиться сотрудниками в области IT-сферы, то в нынешних реалиях необходимо нанимать высококвалифицированного специалиста в области информационной безопасности. Несмотря на то, что на рынке много кадров выше названной сферы, как правило, крупные компании стараются трудоустроить в структуру предприятия более конкурентноспособных кадров. Исходя из всего вышесказанного можно с уверенностью утверждать, что на рынке труда большой спрос кадров информационной безопасности [2].

Штат из грамотных специалистов может создать на предприятии стратегию информационной безопасности по предупреждению, обнаружению и противодействию угрозам безопасности предприятия в информационной сфере. Комплексная политика компании в области обеспечения безопасности может создать защиту от атак со стороны нарушителей, что в свою очередь позволит сохранить конфиденциальность коммерческой информации, интеллектуальной собственности и работоспособность вычислительных систем на предприятии.

Для того чтобы оценить проблематику угрозы информационной безопасности необходимо обратиться к статистике правонарушений, связанных

с утечкой данных на предприятиях. Количество нарушений утечки данных можно рассмотреть на рис. 1 [4].

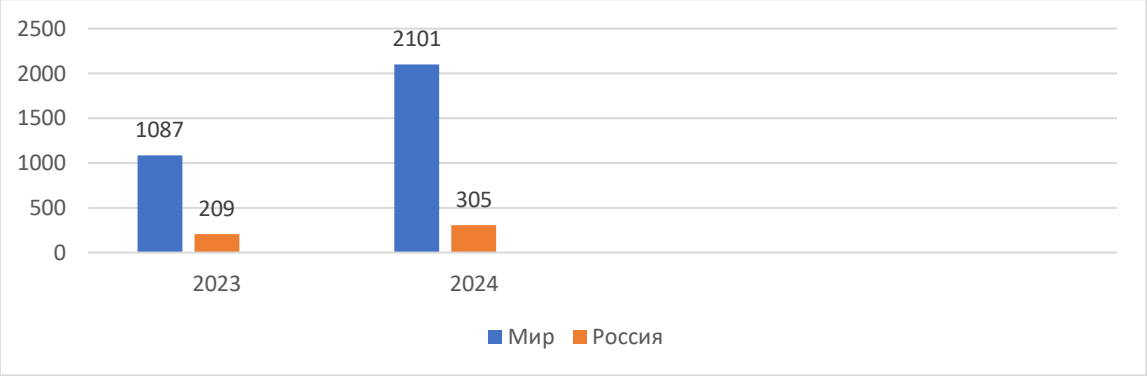


Рис. 1. Количество утечек информации на период 2023-2024 гг., ед.

Информацией для построения аналитической диаграммы послужила отчетность таких крупных компаний как «Яндекс Еда», Почта России, СДЭК и др. Из представленной статистики можно увидеть, что уровень киберпреступности в области утечек данных растет с каждым годом по всему миру, на период с 2023 по 2024 года данный тип преступлений вырос на +1014 единицы, в России преступление этого типа составляет +96 единицы. Стоит отметить, что данная статистика идет на увеличение в связи с большим спектром возможностей киберпреступников. Отмечается, что в составе данной статистики утечка данных происходила путем хакерских атак и кражей персональных данных [2].

Как правило, в процессе расследования преступления устанавливаются виновные лица, которые несут специальный умысел нанесения ущерба. В сфере киберпреступности определить виновное лицо является нелегкой задачей. Исходя из практического опыта не раз отмечалось, лица, которые совершили атаку на целостность информационной безопасности предприятия, хорошо скрывают свою личность от закона, при этом они избегают ответственности. Если проанализировать открытые источники тематики киберпреступности, то можно увидеть, что на 2023 год основными виновниками правонарушения информационной безопасности являются сотрудники компании. Резюмируя сказанное выше, можно сделать вывод о том, что на предприятиях, которые понесли ущерб от своих же сотрудников, недостаточно уделяли внимания кадровой безопасности. В 2024 году аналитиками отмечалось, что наряду с угрозами от сотрудников, особое внимание перешло на сторону появления хакеров и хакерских организаций. Цель вышеназванных лиц состоит в том, чтобы подорвать экономическую независимость хозяйствующего субъекта на рынке, данная деятельность может исполняться по заказу конкурентов [3].

Исходя из данных, приведенных на сайте аналитической компании Positive Technologies, можно выделить круг виновных лиц в структуре правонарушений информационной безопасности. Выше названная статистика приведена на рис.2 [4].

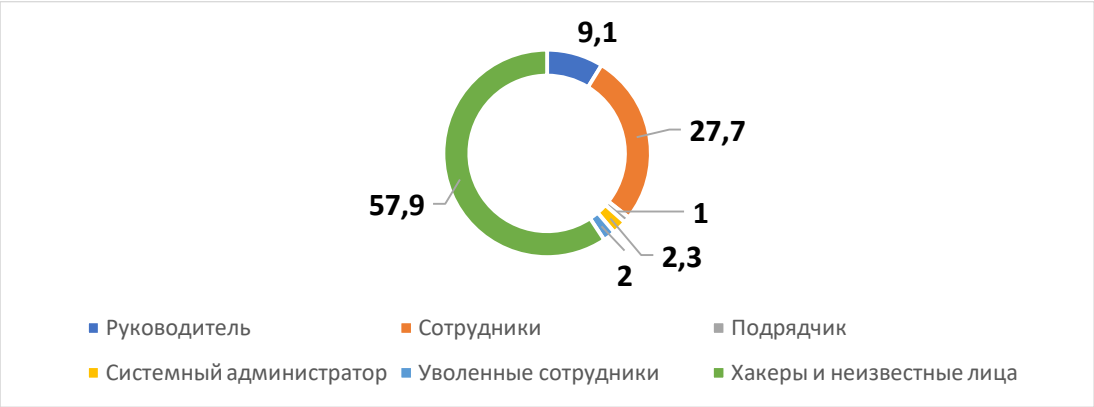


Рис. 2. Распределение утечек по виновным за 2024 год, %

Исходя из результатов исследования, можно выделить основные угрозы информационной безопасности, к ним относятся:

- компьютерные вирусы;
- промышленный шпионаж и угрозы, исходящие от конкурентов;
- публикация коммерческой информации в сети Интернет;
- пренебрежение к нормам информационной безопасности;
- неумышленные ошибки сотрудников хозяйствующего субъекта.

Данные угрозы нанесли ущерб таким организациям как: госучреждения, медицинские учреждения, сфера услуг, промышленность, транспорт, блокчейн-проекты, IT-компании, наука и образования и другие.

Специалисты в области информационной безопасности отмечают, что при халатном отношении к исследуемой угрозе организация может столкнуться с рядом последствий. К одному из таких относится потеря или минимизация доходов компании и потеря конкурентоспособности на рынке. Также нельзя забывать об утечки коммерческой информации, которая зачастую является конфиденциальной. Также компания при потере доходов выделяет большое количество средств на нормализацию ситуации, из-за чего расходная часть становится больше доходной. К негативным последствиям можно отнести и потерю клиентов на рынке.

Для минимизации угроз на предприятиях необходимо:

-регулярно проводить оценку потенциальных рисков и угроз информационной безопасности, например не реже одного раза в год;

-внедрение программы повышения квалификации и информационной грамотности сотрудников на предприятии. Данная мера позволит подготовить

сотрудников к новым вызовам и угрозам. На предприятии сотрудники будут обладать компетенциями, которые будут исключать фактор ошибки сотрудников;

-ответ на санкционное давление недружественных государств. Нельзя не отметить данную категорию, так как в сегодняшних геополитических условиях многие страны своей деятельностью преследуют цель максимально навредить российской экономике. Одним из таких примеров может служить отключение зарубежных станков от программного обеспечения, которое контролируется из-за границы.

В заключении хотелось бы отметить, что угроза кибербезопасности в условиях экономической деятельности предприятий остается актуальной в Российской Федерации. Растут источники угроз и способы совершения преступлений в сфере информационной безопасности.

Исходя из последних тенденций государству необходимо уделять должное внимание проблематике информационной безопасности на федеральном уровне и содействовать хозяйствующим субъектам в обеспечении безопасности на промышленном уровне.

Источники

1. Джаферова С.Э. Бухгалтерский учет и кибербезопасность предприятия // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2023. № 3 (77). С. 36–40. DOI: https://doi.org/10.34771/ UZCEPU.2022.77.3.007. EDN: https://www.elibrary.ru/yamhsa.

2. Дубень А.К. Информационная безопасность в системе национальной безопасности: актуальные проблемы информационного права // Вопросы безопасности. 2023. № 1. С. 51–57. DOI: http://doi.org/10.25136/2409-7543.2023.1.40078.

3. FBK CyberSecurity: Крупные утечки данных 2022 года в России. URL: https://fbkcs.ru/utechki-dannikh2022 (дата обращения: 25.03.2025)

4. Positive Technologies: Актуальные киберугрозы: URL: https://www.ptsecurity.com/ ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape (дата обращения: 25.03.2025).

УДК 338.24

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Родичева Валентина Петровна
ФГБОУ ВО «РАНХиГС», Брянский филиал, г. Брянск, Россия
rodichevav@rambler.ru

Аннотация. В данной статье раскрыто значение информационной безопасности в современных реалиях. Представлены основные угрозы, связанные с конфиденциальной информацией, утечка которой может привести к финансовым потерям и к снижению репутации организации. Предложены системы защиты информации, способствующие повышению обеспечения экономической безопасности организации.

Ключевые слова: информационная безопасность, конкуренция, системы защиты, угрозы, цифровизация, экономическое развитие.

INFORMATION SECURITY AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENSURING ECONOMIC SECURITY OF THE ORGANIZATION

Rodicheva Valentina Petrovna
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "RANEPA", Bryansk branch, Bryansk, Russia
rodichevav@rambler.ru

Abstract. This article reveals the importance of information security in modern realities. The main threats associated with confidential information, the leakage of which can lead to financial losses and a decrease in the reputation of the organization, are presented. Information security systems that help improve the economic security of the organization are proposed.

Keywords: information security, competition, protection systems, threats, digitalization, economic development.

В настоящее время информационная безопасность представляет большую ценность для организаций, так как они становятся все более зависимыми от информационных технологий и цифровых систем. Утечка или несанкционированное использование конфиденциальной информации может привести к финансовым потерям, ущербу репутации организации, а также к нарушению законодательства. Также стоит отметить, что в связи с развитием

цифровизации и переходом к электронному формату работы, в том числе во время пандемии COVID-19 и объявленной специальной военной операции на Украине, информационная безопасность стала особенно актуальной и требует постоянного обновления и совершенствования мер защиты.

Развитие информационных технологий требует усиления мер по обеспечению информационной безопасности, чтобы минимизировать угрозы и риски, связанные с использованием современных информационных ресурсов. Только в таком случае мы сможем полностью воспользоваться преимуществами цифровой эпохи и обеспечить надежность и безопасность обмена информацией.

Значительную роль в обеспечении информационной безопасности организаций играют правовые инструменты. Понятие информационной безопасности содержится в Доктрине информационной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 5 декабря 2016 г. № 646), где определено, что «информационная безопасность Российской Федерации - это состояние защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних информационных угроз, при котором обеспечиваются реализация конституционных прав и свобод человека и гражданина, достойные качество и уровень жизни граждан, суверенитет, территориальная целостность и устойчивое социально-экономическое развитие Российской Федерации, оборона и безопасность государства» [1].

Подход к обеспечению информационной безопасности в Российской Федерации определяются различными федеральными законами, в том числе от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», а также Стратегией развития информационного общества в Российской Федерации на 2017– 2030 годы (утв. Указом Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203).

Информационная угроза возникает в случае, когда возможный информационный ущерб превышает установленный порог и требует немедленных мер по его защите. Однако, не всегда легко определить этот порог и принять соответствующие меры. Сложность состоит в том, что информационная угроза может быть как внешней, так и внутренней, и требует анализа всех возможных точек входа для утечки информации.

Информационная безопасность организации находится в опасности, когда информация, необходимая для принятия решений в финансово-хозяйственной деятельности, подвергается риску уничтожения, изменения или передачи третьим лицам из-за разных факторов и условий.

Система защиты должна быть разработана с учетом всех возможных угроз информационной безопасности, чтобы обеспечить полную защиту данных. Часто причиной компьютерных проблем являются дефекты в коде

программ, разработанных для управления серверами, рабочими станциями и маршрутизаторами, что обусловлено человеческим фактором при их создании.

Действия, предпринимаемые нарушителями, имеют различные причины, включая неудовлетворенность профессиональным развитием, желание подтвердить собственную значимость и стремление к получению материальных выгод. Среди тех, кто может осуществлять такие действия, находятся работники, посетители, конкуренты, наемные исполнители и другие лица, каждый из которых движим уникальными мотивами. Утечка конфиденциальной информации может причинить колоссальный урон, как материальной составляющей, так и деятельности организации в целом [2].

Для похищения конфиденциальных данных злоумышленники стремятся получить доступ к каналам утечки информации. Для этого они используют различные средства аппаратной разведки, предназначенной для перехвата речевой и визуальной информации. Пути утечки конфиденциальной информации можно разделить на две группы: прямые и косвенные. К первым можно отнести инсайдеров вследствие нарушения режима коммерческой тайны, несоблюдения предписанных правил или при прямом копировании информации. К косвенным относят непреднамеренные действия, например, утрату физических носителей (флеш-карты, жесткие диски), а также целенаправленные действия (прослушка, перехват сигнала, фотографирование) [3].

Разработка эффективных стратегий защиты и действий - ключевой фактор в поддержании постоянного процесса информационной безопасности, требующий значительных инвестиций и внимания со стороны организации. Для защиты информации в организациях используются следующие средства:

1. Двухфакторная аутентификация пользователя. При входе в программу, личный кабинет или веб-сервис система требует указывать логин, пароль и код из смс. Без него доступ не откроется. Подделать этот код практически невозможно.

2. Антивирусы и сетевая защита. Это программы, которые обнаруживают и уничтожают вирусы и шпионское программное обеспечение.

3. Защита от DDoS-атак. Данная программа блокирует атаки на сайты и каналы организации, обеспечивает стабильную работу всех веб-ресурсов.

4. Периодическое обновление программного обеспечения. Это помогает вовремя устранять уязвимости и проблемы, которые могут использовать злоумышленники.

5. Применение регулярного резервного копирования. Эта мера является важным звеном в обеспечении непрерывной работы бизнеса, в том числе при повторных атаках.

Для обеспечения защиты информации техническим способом в основном

используют такие комплексные меры, как DLP-системы и SIEM-системы. Их главной ролью является предотвращение утечки данных. Разница лишь в том, что DLP-системы более узконаправленное средство и работает в конкретной цепочке, а SIEM-системы это комплекс мер, который начинает свою работу с определения всех уязвимых мест и заканчивает отслеживанием паттернов поведения в самой системе и ее пользователей.

Предлагается использование корпоративного мессенджера eXpress, который представляет собой специальное приложение, которое позволит снизить риски небрежного обращения с конфиденциальной информацией, фишинговых атак, дисциплинировать сотрудников в части обмена информации, позволит оперативно решать рабочие задачи путем передачи информации по защищенным каналам. Это очевидно снизит вероятность утечки коммерческой тайны и ущерб, который данная угроза может нанести организации. В eXpress содержатся все необходимые функции для совместной работы распределенных команд: неограниченное хранение данных, удобная структура чатов, настройки приватности, интеграции с другими сервисами и многое другое.

Для поддержания эффективности бизнеса необходимо продолжать автоматизацию бизнес-процессов и внедрение IT-технологий, использование дистанционных технологий и внедрять инновации в области цифровизации [4].

Источники

1. Указ Президента РФ от 5 декабря 2016 г. № 646 «Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. - № 50. - 12.12.2016. - Ст.7074.

2. Кришталюк А.К. делопроизводство и защита коммерческой тайны / Александр Кришталюк. – Москва: Гостехиздат, 2020. – 645 с.

3. Пятницкая Е.Д. Теоретические аспекты экономической безопасности хозяйствующего субъекта / Е.Д. Пятницкая // Форум молодежной науки. – 2021. – № 4. – С. 89-97.

4. Родичева В.П. Цифровизация в вопросах бизнеса как фактор устойчивого развития и обеспечения экономической безопасности государства // Инновационное развитие предпринимательской деятельности региона: сборник статей научно-практической конференции, 29 ноября 2024 г. – Брянск: БИУБ, 2024. – С. 23-27.

УДК 004.056

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ DDOS-АТАК НА ПРЕДПРИЯТИИ

Самандасюк Алина Валерьевна
ФГБОУ ВО «ХГУ ИМ. Н. Ф. Катанова», г. Абакан, Россия
samandasyuk2000@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрено понятие DDoS-атака, а также ее виды. Приведена статистика по количеству атак, как по всему миру, так и по России, а также определены основные причины роста данного показателя. Приведены меры по защите от DDoS-атак, которые могут применять различные компании.

Ключевые слова: DDoS-атака, информационная безопасность, кибербезопасность, Интернет угрозы, облачные серверы.

METHODS OF PROTECTION AGAINST DDOS ATTACKS IN THE ENTERPRISE

Samandasyuk Alina Valeryevna
N. F. Katanov KHSU, Abakan, Russia
samandasyuk2000@mail.ru

Abstract. This article discusses the concept of a DDoS attack, as well as its types. Statistics on the number of attacks both worldwide and in Russia are provided, and the main reasons for the growth of this indicator are identified. The measures to protect against DDoS attacks that can be used by various companies are given.

Keywords: DDoS attack, information security, cybersecurity, Internet threats, cloud servers.

Быстрое развитие технологических и программных средств, цифровых ресурсов и устройств Интернета существенно увеличивают роль и значимость качественной и надежной информационной безопасности предприятия. При этом с каждым годом все больше увеличивается количество сетевых атак, направленных на отказ в обслуживании с целью пошатнуть состояние системы. Поэтому защита от DDoS-атак, а также обеспечение дальнейшей благополучной работы сетевых систем является важной задачей предприятия.

DDoS-атака (Distributed Denial of Service) – это онлайн атака на системы компании, при которой злоумышленники посылают огромное число запросов. Это осуществляется с целью перегрузки серверов, использую слабые места в системе безопасности. Атаки могут быть нацелены как на крупные корпорации, так и на небольшие фирмы и частных лиц. Основными причинами таких атак

являются: конкуренция, вымогательство, месть, политические или идеологические протесты, кража данных и т.п. [1]. Классифицировать DDoS-атаки принята по следующим группам. Первая группа основывается на уровне инфраструктуре (транспортной и сетевой, L3/L4). Вторая группа атак на уровне приложений (уровни представления и приложений, L6/L7). Основные различие между этими двумя группами состоит в нацеленности на разные ресурсы [2].

За последние года наблюдается рост количество атак и наращивание их мощностей. В 2023 году было рекордное количество атак в размере 2 266 198 атак – это на 80% больше, чем в 2022 году. За 2024 год этот показатель достиг 2 447 494 атаки по всему миру. Что касается Российской Федерации то на рис. 1 представлена информация о количестве DDoS-атак.

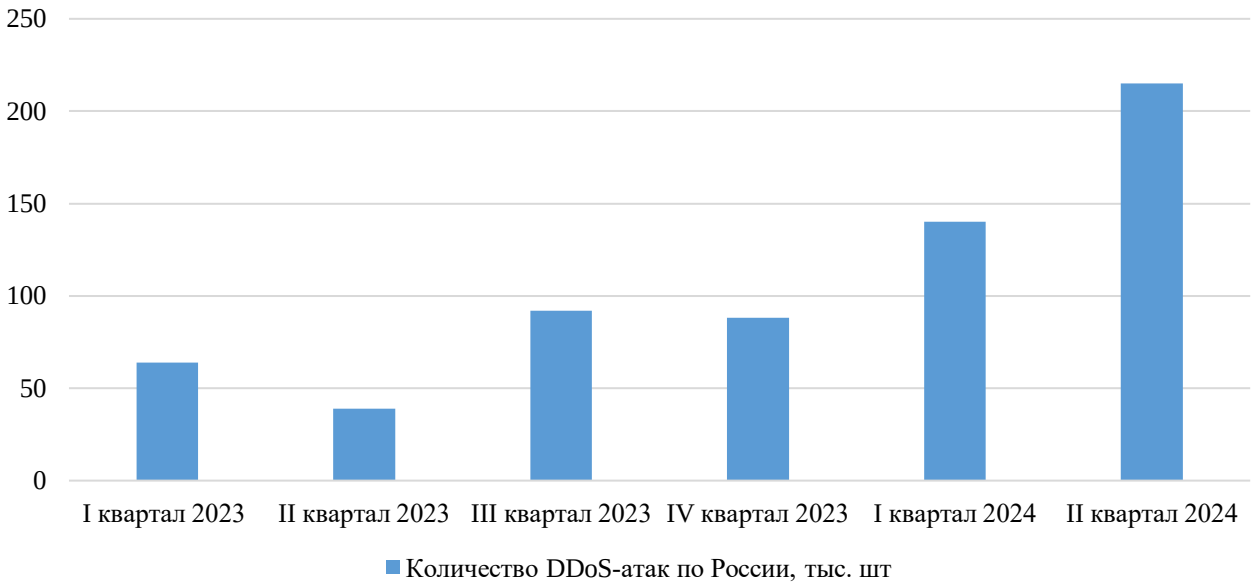


Рис. 1 Количество DDoS-атак по России, тыс. шт. [3]

В первом полугодии 2024 года эксперты зафиксировали 355 тыс. DDoS-атак – это на 16% больше чем за 2023 год. Частота ежедневных атак в первой половине 2024 года увеличилась в 4 раза по сравнению с аналогичным периодом 2023 года. Таким образом, без надлежащей защиты организации будут нести большие убытки, которые с каждым годом увеличиваются.

Защита от DDoS-атак является важной частью информационной безопасности предприятия. Если специалистам по кибербезопасности удается защитить серверы, последствия будут незначительными, в противном случае, если системы компании окажутся недостаточно защищены, это может вызвать ряд проблем:

1. задержки или полная остановка работы, при этом время простоя будет завесить от силы атаки и может варьироваться от нескольких минут до нескольких часов;

2. финансовые убытки, которые компания может понести в случае, если в интернет магазине сбои помешали пользователям совершить покупки;

3. потеря репутации компании, а именно в лице клиентов и партнеров.

Сегодня для защиты сетей большинство предприятий использую традиционные средства безопасности по периметру, такие как брандмауэры, безопасный веб-шлюз и устройства интернет-провайдеров (IPS). Все эти устройства служат для первого уровня защиты и должны оставаться частью многоуровневой защиты. Поскольку с каждым днем в методах DDoS-атак происходят изменения, традиционные решения для предотвращения их уже не являются достаточным для обнаружения и защиты сети, приложений или информации организации. Наиболее эффективным с точки зрения способом защиты от DDoS-атак является сотрудничество с интернет-провайдером, который будет заниматься обнаружением и предотвращением атак еще до того, как они, достигнут ресурсы компании, таких как веб-серверы или почтовые серверы. Кроме того, существует множество компаний, предоставляющих услуги по снижению воздействия DDoS-атак и выступают в роли посредников [4].

Также к методам, которые могут помочь в защите от угроз DDoS-атак относятся:

1. использование CDN (Content Delivery Network) – он может распределить нагрузку и помочь справится с большим объемом трафика, направляемого на сервер компании;

2. фильтрация трафика – настройка трафика для блокировки подозрительных IP-адресов и трафика, который не соответствует нормам;

3. система обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS) – использование IDS/IPS для мониторинга трафика и выявления аномалий, которые могут указывать на DDoS-атаку;

4. резервирование ресурсов – необходима поддержка резервных мощностей, чтобы иметь возможность справиться с пиковыми нагрузками;

5. настройка брандмауэров – конфигурация брандмауэров для ограничения, входящего трафика и блокировки ненужных потоков может значительно снизить риск атаки;

6. мониторинг и анализ – постоянный мониторинг и анализ трафика поможет быстро реагировать на атаки;

7. облачные решения для защиты от DDoS-атак – использование облачных сервисов, предполагающие защиту от DDoS-атак, такие как Cloudflare, Akimai и др.

Большинство организаций используют облачные решения для защиты от DDoS-атак. При этом стоит отметить преимущества и недостатки облачных сервисов. Облачные хранилища данных – это сервисы, предоставляющие

возможность хранить свои файлы на удаленных серверах, а также получать к ним доступ из любой точки мира, где есть доступ в Интернет. К наиболее важным достоинствам облачных сервисов относятся: повышение эффективности использования IT инфраструктуры, снижение затрат на обслуживание и приобретение ПО, неограниченный объем для хранения данных, совместимость с операционными системами и форматами документов, легкость совместной работы для группы пользователей, повсеместный доступ к файлам пользователя, устойчивость данных к потере. К наиболее распространенным недостаткам облачных систем относятся: необходимость в постоянном, высоком и стабильном соединение с Интернет, угроза безопасности данных, большинство платных услуг. Использование облачных сервисов дает множество новых возможностей, но требует тщательной проработки вопросов безопасности, но, тем не менее, среди компаний данный метод остается наиболее популярным [5].

Таким образом, в заключение хочется сказать, что DDoS-атаки нба сегодняшний день остаются актуальной проблемой в информационной безопасности. Каждая компания может столкнуться с данной проблемой и претерпеть большой ущерб, поэтому для минимизации финансовых и информационных потерь компании должны применять различные меры по обеспечению безопасности своих информационных ресурсов. При этом не стоит, ограничивается только защитой первого уровня, а применять комплексные меры по защите от DDoS-атак и других информационных угроз.

Источники

1. Что такое DDoS-атака: виды и способы защиты [Электронный ресурс]. https://practicum.yandex.ru/blog/ddos-ataki-vidy-i-posledstviya/ (дата обращения: 10.03.2025).

2. Абрамов А.Г. Защита от DDoS-атак своими руками: оперативные разработка и внедрение сервиса в Национальной исследовательской компьютерной сети России // Программные продукты и системы. 2022. Е. 35. №4. С. 572-582.

3. Атаки на онлайн-ресурсы Российских компаний в I полугодии 2024 года // SOLAR. 2024. С. 4-18.

4. Зебров Д.А. Виды DDoS-атак и методы защиты распределенной сети // Научный альманах. 2020. №11-2 (73). С. 60-66.

5. Ксенофонтова О.Л. Обеспечение защиты данных при использовании облачных сервисов // Проблемы экономики, финансов, и управления производством. 2022. №50. С. 102-107.

УДК 658.5

РИСКИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕХОДА НА ОБЛАЧНЫЕ ХРАНИЛИЩА И ЭЛЕКТРОННЫЕ НОСИТЕЛИ

Сафина Диляра Надировна, Юсупова Агния Сергеевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
dilyara.safina.06@list.ru, agnya@yandex.ru

Аннотация. В данной статье проводится комплексный анализ преимуществ и рисков, связанных с переходом на облачные хранилища и электронные носители информации. На основе актуальных статистических данных и научных исследований российских и зарубежных авторов рассматриваются ключевые аспекты цифровой трансформации процессов хранения данных. Особое внимание уделяется вопросам экономической эффективности, безопасности информации, юридическим аспектам и технологическим ограничениям. Проведенный анализ позволяет сформулировать рекомендации по минимизации рисков при внедрении облачных технологий в корпоративную и индивидуальную практику.

Ключевые слова: облачные хранилища, электронные носители, кибербезопасность, хранение данных, цифровая трансформация.

RISKS AND ADVANTAGES OF TRANSITION TO CLOUD STORAGE AND ELECTRONIC MEDIA

Safina Dilyara Nadirovna, Yusupova Agnia Sergeevna
KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan
dilyara.safina.06@list.ru, agnya@yandex.ru

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the benefits and risks associated with the transition to cloud storage and electronic storage media. Based on current statistics and scientific research by Russian and foreign authors, key aspects of the digital transformation of data storage processes are considered. Particular attention is paid to issues of economic efficiency, information security, legal aspects and technological limitations. The analysis allows us to formulate recommendations for minimizing risks when implementing cloud technologies in corporate and individual practice.

Keywords: cloud storage, electronic media, cybersecurity, data storage, digital transformation.

Современные технологии хранения данных активно развиваются, предлагая пользователям и организациям новые способы управления

информацией. Облачные хранилища и электронные носители становятся все более популярными благодаря своей доступности, масштабируемости и экономической выгоде. Однако наряду с преимуществами возникают и новые риски, связанные с безопасностью данных, юридическими аспектами и техническими сбоями [1]. В данной статье рассматриваются ключевые плюсы и минусы перехода на цифровые технологии хранения.

Преимущества облачных хранилищ и электронных носителей

1. Экономическая эффективность

Использование облачных сервисов позволяет сократить затраты на физические носители и инфраструктуру. По данным исследования Gartner (2023), компании, перешедшие на облачные решения, экономят до 30% расходов на IT-инфраструктуру, что помогает сэкономленные средства вложить в продвижение компании или реализацию каких-либо проектов.

2. Доступность и масштабируемость

Облачные хранилища обеспечивают доступ к данным из любой точки мира, что особенно важно для удаленных сотрудников, отечественных, а так же зарубежных партнёров. Исследование McKinsey (2022) показало, что 78% организаций отмечают повышение производительности благодаря облачным технологиям [2].

3. Надежность и резервирование

Современные облачные провайдеры, такие как: Amazon Web Services, Google Cloud, Microsoft Azure, предлагают автоматическое резервное копирование, обосновывая это тем, что снижается риск потери данных. Согласно отчету Statista (2023) [3], уровень доступности облачных сервисов достигает 99,9%.

Риски и угрозы

Помимо ряда удобств есть и угрозы для информации, располагающейся на такого рода хранилищах. Облачные носители так же имеют уязвимые для мошенников и недоброжелательных людей мест. Рассмотрим каждую угрозу.

1. Угрозы кибербезопасности

Переход на облачные хранилища увеличивает риски утечек данных. По данным Positive Technologies (2023), 65% кибератак направлены на облачные сервисы [4].

2. Зависимость от интернет-соединения

Отсутствие стабильного доступа в сеть может парализовать работу компании: остановить рабочий процесс, произвдство что приведёт к массовому сбою во всей экосистеме. Исследование Росстата (2023) показало, что в России около 20% регионов испытывают проблемы с интернет-соединением.

3. Юридические и регуляторные риски

Хранение данных за рубежом может противоречить законодательству (например, ФЗ-152 «О персональных данных» в РФ). Эксперты указывают на необходимость локализации данных (Исследование Института развития интернета, 2023) [5, 6].

Взвесив все “за” и “против”, можно придти к выводу, что облачные хранилища и электронные носители предлагают значительные преимущества в виде экономии, доступности, надёжности и удобстве в использовании. Однако их внедрение требует тщательного анализа рисков, связанных с безопасностью, зависимостью от интернета и юридическими аспектами [7]. Оптимальным решением является подход, сочетающий в себе как облачные, так и локальные хранилища, что поможет сохранить данные или легко восстановить при потере.

Источники

1. Gartner Cloud Computing Market Trends and Forecasts [Электронный ресурс]. 2023. Режим доступа: https://www.gartner.com (дата обращения: 01.11.2023).
2. McKinsey & Company The State of Cloud Adoption in Global Enterprises [Электронный ресурс]. 2022. Режим доступа: https://www.mckinsey.com (дата обращения: 01.11.2023).
3. Cloud Service Reliability and Performance Metrics // Statista. 2023. 15 p.
4. Cloud Security Threat Landscape: отчет / Positive Technologies. 2023. 48 с.
5. Инфраструктура цифровой экономики в регионах России: стат. сб. / Росстат. М., 2023. 112 с.
6. Петров А.В., Сидоров К.Д. Облачные технологии в корпоративном секторе // Информационные технологии. 2022. № 5. С. 45-52.
7. Шадрина, А. С. Внешнеэкономическая деятельность предприятий в современных условиях: риски и перспективы / А. С. Шадрина, Э. И. Басырова // Дни студенческой науки: Сборник научных трудов IV Международной студенческой конференции. Казань: Печать-сервис XXI век, 2021. С. 158-160.

УДК 65.011.56

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИТ-СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Сафонова Надежда Леонидовна[1], Черноусов Андрей Алесеевич[2]
[1] ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия
[2] ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, Россия
nadin_qu@mail.ru

Аннотация. Внедрение ИТ-решений в авиационной отрасли способствует автоматизации процедур, тем самым повышая эффективность и безопасность полетов, повышая уровень обслуживания пассажиров и оптимизируя распределение ресурсов.

Ключевые слова*:* information technology, software, Big Data technology, instant calculations, safety in the air.

THE USE OF IT SYSTEMS IN CIVIL AVIATION ENTERPRISES

Safonova Nadezhda Leonidovna[1], Chernousov Andrey Alyoseevich[2]
[1] Air Force Military Academy named after N. Zhukovskiy and J.Gaganin, Voronezh, Russia
[2]VGTU, Voronezh, Russia
nadin_qu@mail.ru

Abstract. The implementation of IT solutions in the aviation industry enhances the automation of procedures, thereby boosting operational efficiency and safety, elevating the standard of passenger experience, and optimizing resource allocation.

Keywords*:* информационные технологии, программное обеспечение, технология Big Data, мгновенные расчеты, безопасность в воздухе.

На рынке информационных технологий в гражданской авиации в настоящее время произошли значительные изменения [1]. Эти изменения связаны с отключением информационных систем от западных поставщиков, применением санкций, а также с воздействием хакерских и DDOS-атак.

В гражданской авиации возник ряд проблем, с которыми столкнулись из-за санкций:

- прекращение предоставления услуг зарубежными провайдерами, в то время как ACARS и служба оценки топливной эффективности компании не имеют отечественных аналогов;
- отказ от использования специализированного программного обеспечения (ПО) (программное обеспечение для планирования экипажа);
- сбой программного обеспечения (антивирусное программное обеспечение, офисное ПО, СУБД) и переход на альтернативные варианты, например, Linux;

- трудности с обновлением используемого ПО или невозможность обновления;

- проблемы с приобретением оборудования.

При всем этом уже существуют технологии, которые работают:

- активные системы управления. В первую очередь, это система, регулирующая нагрузку. Она влияет на нагруженность судна и его аэродинамические характеристики в полете. Датчики в конструкции планера обмениваются сигналами и управляют поверхностями, снижая локальные нагрузки на 45%, уменьшая усталость фюзеляжа на 10% и снижая массу крыла на 8%. При этом ресурсы увеличиваются на 40%.

- технология Big Data. В 2016 г. Аэрофлот успешно внедрил и протестировал технологию Big Data для отслеживания технического состояния всех узлов воздушного судна во время полета. Данные поступают в отдел техобслуживания и ремонта, где они классифицируются, что помогает составить график замены изношенных деталей и избежать простоя самолётов для ремонта.

- мгновенные расчеты S7 Airlines протестировала продажу билетов через блокчейн, подключенный к банковской системе. Все операции – от бронирования до снятия средств и обновления статуса – выполняются автоматически. Поставки на склад, которые раньше занимали 14 дней, теперь можно осуществить за 23 секунды.

- безопасность в воздухе. Система Sabre Flight Explorer с использованием современных технологий позволяет отслеживать местоположение самолёта в реальном времени. Информация о маршруте обновляется и синхронизируется с бортовым компьютером, затем анализируется [2].

- поддержка работы пилотов. Пилоты уже используют технологию Electronic Flight Bag, представляющую собой ноутбуки и планшеты с автономностью и специальным ПО, добавляющим дополнительные функции.

Авиация активно использует нанотехнологии и заменяет материалы для производства самолетов композитными, увеличивая электрификацию. К 2035 г. будет выпущено более 38 тысяч электрифицированных гражданских самолетов [1]. Рынок композитов в 2016 году составил около 10 миллиардов долларов, а к 2025 году прогнозируется увеличение до 143 миллиардов. Будущее за модульной авионикой с открытой архитектурой, создающей многофункциональную систему на едином вычислительном ядре. Бортовое оборудование унифицируется, повышается энергоэффективность, в службу безопасности поступает надежное и экологичное оборудование.

Использование ИТ-систем на предприятиях гражданской авиации имеет ряд преимуществ и влияет на эффективность и безопасность авиационных операций. Некоторые основные области применения включают:

1. Управление авиационными операциями: ИТ-системы используются для планирования рейсов, учета пассажиров и грузов, составления маршрутов, контроля за полетами и следованиями самолетов, что повышает эффективность управления, снижает время задержек и улучшает качество обслуживания.

2. Техническое обслуживание и ремонт: ИТ-системы контролируют работу двигателей, проводят диагностику, предупреждают аварийные ситуации, учитывают запасные части и планируют ремонтные работы, помогая авиакомпаниям поддерживать авиационные средства в рабочем состоянии и предотвращать аварии.

3. Безопасность: ИТ-системы играют важную роль в обеспечении безопасности авиационных операций. Они используются для контроля доступа, аутентификации и авторизации, мониторинга системы оповещения о происшествиях, анализа данных, распознавания лиц и багажа, прогнозирования угроз, помогая предотвращать нежелательные события и обеспечивать безопасность пассажиров и экипажей.

4. Управление ресурсами: ИТ-системы позволяют авиакомпаниям эффективно управлять ресурсами, такими как топливо, персонал, запасные части и материалы. Они помогают в оптимизации запасов, учете использования ресурсов, планировании производства и предотвращении излишних затрат.

5. Управление клиентскими отношениями: ИТ-системы могут быть использованы для управления клиентскими отношениями и предоставления высококачественного обслуживания пассажиров. Это включает системы бронирования билетов, программы лояльности, платформы для обратной связи и обработки жалоб, персонализированные предложения и рекламу [3].

Итак, можно сделать вывод, что авиационная промышленность активно внедряет цифровые технологии. Это позволяет более точно и результативно решать разнообразные задачи, связанные с проектированием, производством и эксплуатацией. В результате в будущем можно ожидать появления более надёжных летательных аппаратов.

Источники

1. Антипова О.А., Оглоблина Е.В. Цифровые технологии в авиационной промышленности: перспективы XXI века // Научные труды Вольного экономического общества России. 2018. №4. Т. 212. С. 52–58.

2. TADVISER Государство. Бизнес. Технологии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: ИТ_в_авиации?Ysclid = lrd7tk4spj751495520 (дата доступа: 14.03.2025).

3. Content-Review.com [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.content-review.com/articles/58615/?ysclid=lrd8fxavew432250167 – (дата доступа: 16.03.2025).

УДК 004.056.5

СХЕМА ХАОТИЧЕСКОЙ МАСКИРОВКИ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ

Смирнов Андрей Антонович, Талагаев Юрий Викторович
ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж, Россия
ytalagaev@yandex.ru

Аннотация. В статье представлена схема скрытной передачи данных, основанная на смешивании полезного сигнала с динамикой различных хаотических отображений. Предложенный способ повышает конфиденциальность хаотической маскировки за счет комбинирования влияния маскирующих компонент.

Ключевые слова: маскировка сигналов, хаотические системы, нелинейные отображения, компьютерное моделирование.

SCHEME OF CHAOTIC SIGNAL MASKING BASED ON COMBINING NONLINEAR MAPPINGS

Smirnov Andrey Antonovich, Talagaev Yuri Viktorovich
RAF MESC «AFA», Voronezh, Russia
ytalagaev@yandex.ru

Abstract. The article presents a scheme of covert data transmission based on mixing a useful signal with the dynamics of various chaotic mappings. The proposed technique increases the confidentiality of chaotic masking by combining the influence of masking components.

Keywords: masking of signal, chaotic systems, nonlinear mappings, computer modeling.

Потребности обеспечения высокой степени защиты информации при ее передаче сохраняют актуальность исследований в области маскировки передаваемых сигналов, касающихся как теоретических разработок, так и практической реализации методов использования разного рода маскирующих помех.

Одним из продуктивных направлений развития методов и средств скрытой передачи информации остается использование динамических свойств хаотических систем для защиты передаваемых сообщений [1]. Совокупность алгоритмов защиты передаваемых данных, при которых сообщение маскируется с помощью хаотического сигнала, получила название – хаотическая маскировка.

Суть метода хаотической маскировки сигналов состоит в смешивании (сложении) исходного полезного сигнала $s(t)$ и маскирующего хаотического сигнала $\xi(t)$. Затем полученная смесь передается по каналу связи. На

принимающей стороне осуществляется синхронизация с помощью идентичного хаотического генератора. Сообщение восстанавливается путем вычитания синхронизированного хаотического сигнала из полученного.

В качестве маскирующей компоненты обычно выступает хаотическая динамика, которую генерирует специально выбранная нелинейная динамическая система. В определенных интервалах значений параметров хаотическое поведение, например, демонстрируют представители класса нелинейных дискретных отображений $x_{n+1} = f(x_n),\ n = 0,1,2,\ldots,N$ [2, 3].

Стандартная схема создания защищенного сигнала S_{n+1} путем встраивания скрываемой информации в покрывающий сигнал имеет следующий вид:

$$S_{n+1} = s_n + \varepsilon\xi_n,\ n = 0,1,2,\ldots,N \qquad (1)$$

где s_n – полезный сигнал; ξ_n – маскирующая компонента, ε – интенсивность помехи.

Методы хаотической маскировки имеют как достоинства, так и недостатки. Преодоление последних остается важной задачей в области информационной безопасности и защиты информации. В работе [4] для улучшения надежности передачи информации предложен усовершенствованный вариант хаотической маскировки, использующий для кодирования сообщения ортогональные функции. Это позволило отказаться от синхронизации генераторов и повысить устойчивость системы к шумам.

Еще одним ограничением к широкому применению хаотической маскировки является низкий уровень конфиденциальности. В данной работе предлагается способ преодоления этой проблемы.

Возможным направлением совершенствования стандартной схемы маскировки (1) является комбинирование в помехе свойств различных нелинейных (хаотических) отображений. В этом случае схема хаотической маскировки приобретает следующий вид:

$$S_{n+1} = s_n + \sum_{i=1}^{m} \varepsilon_i \xi_{in}\,, \qquad (2)$$

где в качестве маскирующих компонент ξ_{in} можно выбирать различные нелинейные отображения, способные демонстрировать хаотическую динамику.

В среде Mathcad было осуществлено моделирование различных вариантов хаотической маскировки полезного сигнала $s(t) = \sin(t) + \sin(2t)$.

Рассматривались различные варианты комбинирования следующих отображений: 1) логистическое отображение: $\xi_{n+1} = r\xi_n(1-\xi_n)$; 2) отображение

синус $\xi_{n+1} = r\sin(\pi\xi_n)$; 3) отображение Гаусса $\xi_{n+1} = \exp(-\alpha\xi_n^2) + r$; 4) двустороннее отображение $\xi_{n+1} = r\xi_n/(1+\xi_n^3)$.

Результаты компьютерного моделирования представлены на рисунке 1. На нем показан результат маскировки, когда помеха объединяет в себе хаотическую динамику логистического отображения, отображения Гаусса и двустороннего отображения. Анализ позволяет сделать следующие выводы: 1) комбинированная помеха обладает более сильным маскирующим свойством (см. спектр сигнала на рис. 1); 2) варьирование отображений и значений их собственных параметров позволяет применять различные варианты маскировки полезного сигнала; 3) изменением интенсивности можно усиливать или уменьшать вклад выбранных хаотических отображений в общую маскирующую помеху.

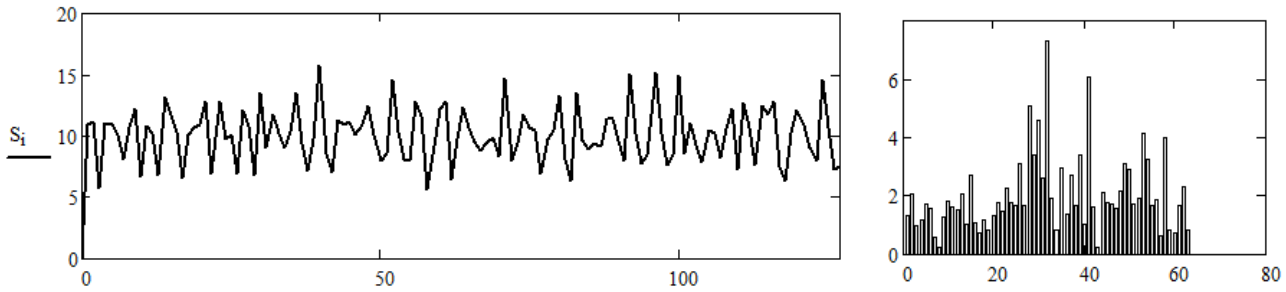


Рис.1. Результаты комбинированной хаотической маскировки (слева – закодированный сигнал, справа его спектр).

Таким образом, в численном эксперименте показана эффективность способа маскировки сигналов на основе комбинирования влияния хаотической динамики различных отображений. Этот способ обладает большим уровнем конфиденциальности и предоставляет целое поле для разработки методов повышения скрытности хаотической маскировки.

Источники

1. Дмитриев А.С., Панас А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. – М.: Физматлит, 2002. 252 с.

2. Килин А.А. Введение в теорию точечных отображений. Динамический хаос. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2021. 100 с.

3. Кузнецов С.П. Динамический хаос. – М.: Физматлит, 2001. 296 с.

4. Билим С.В., Ракицкий Ю.С. Схема хаотической маскировки сообщений на основе ортогональных функций // Математические структуры и моделирование. 2018. № 4(48). С. 154-161.

УДК 004.056:17

КОГНИТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЦИФРОВАЯ ЭТИКА

Смирнова Ирина Алексеевна
ФГБОУ ВО СПбГУТ, г. Санкт-Петербург, Россия
smirnova.irina.alx@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются аспекты когнитивной безопасности в цифровую эпоху и анализируется цифровая этика как ключевой фактор сохранения целостности и психологического здоровья пользователей. Выделяются основные угрозы, связанные с манипулятивными технологиями, и даются рекомендации по усилению когнитивной защиты. Результаты исследования могут быть применены при разработке стратегий информационной безопасности, цифровой политики и образовательных программ, направленных на формирование этичного поведения в сети.

Ключевые слова: когнитивная безопасность, цифровая этика, манипулятивные технологии, информационное воздействие, цифровая коммуникация, социальные сети, психологическая защита, цифровая культура.

COGNITIVE SECURITY AND DIGITAL ETHICS

Smirnova Irina Alexeevna
SPbSUT, Saint Petersburg, Russia
smirnova.irina.alx@mail.ru

Abstract. This article examines aspects of cognitive security in the digital age and analyzes digital ethics as a key factor in maintaining users' integrity and psychological well-being. It highlights the main threats associated with manipulative technologies and provides recommendations for strengthening cognitive protection. The research findings can be applied to the development of information security strategies, digital policies, and educational programs aimed at fostering ethical online behavior.

Keywords: cognitive security, digital ethics, manipulative technologies, information impact, digital communication, social networks, psychological protection, digital culture.

В современном обществе цифровые коммуникационные платформы формируют уникальную информационную среду, способную оказывать существенное воздействие на сознание и поведение человека. Интенсивное развитие социальных сетей, мессенджеров и прочих форм онлайн-взаимодействия сопровождается ростом числа манипулятивных и деструктивных практик. В этих условиях особенно важной становится

проблема когнитивной безопасности, при этом цифровая этика выступает одним из ключевых инструментов, позволяющих сохранять доверие к онлайн-взаимодействию, формировать ответственные формы поведения и противостоять разрушающим социальным эффектам.

Формирование цифровой этики как комплекса принципов ответственного поведения в сети способствует повышению уровня когнитивной безопасности индивида. Практическая реализация этических норм (ответственный обмен информацией, критическое восприятие новостных сообщений и соблюдение приватности) позволит минимизировать негативное влияние манипулятивных технологий и снизить риски для психологической стабильности личности в цифровую эпоху.

Когнитивная безопасность подразумевает защищённость информационной среды общества от негативных, манипулятивных и дезинформирующих воздействий, способных исказить его восприятие реальности [1]. В условиях цифровых коммуникаций когнитивная безопасность приобретает особую значимость ввиду масштабности и скорости распространения информации, а также трудностей в проверке её достоверности [1].

Цифровая этика представляет собой совокупность норм и принципов ответственного поведения в электронных средах взаимодействия. Она охватывает широкий спектр вопросов, связанных с применением компьютеров, Интернета, искусственного интеллекта, больших данных, кибербезопасности и других аспектов цифровой среды [2]. Важность цифровой этики возрастает вместе с ростом социальных сетей, где аудитория чрезвычайно широка, а скорость распространения контента высока.

Одним из основных факторов, влияющих на когнитивную безопасность, выступает масштабная распространённость фейковых новостей и дезинформации. Нередко за подобным контентом стоят политические или коммерческие интересы, направленные на искажение общественного мнения, формирование ложных убеждений и стереотипов. Другим значимым риском является интернет-травля (кибербуллинг) – волна оскорблений или угроз в социальных сетях или мессенджерах в адрес конкретного человека [3], при которой негативное воздействие на психику и самооценку пользователя может привести к стрессу и деструктивным последствиям.

Современные технологии активно используют алгоритмы машинного обучения и обработки больших данных. Подобные инструменты позволяют оперативно выявлять уязвимости в поведении и предпочтениях аудитории, создавая высокоточное таргетирование рекламных и пропагандистских сообщений. В результате пользователи могут попадать в «информационные

пузыри», укрепляющие их существующие взгляды и препятствующие критическому анализу альтернативных точек зрения [4].

Вопросы конфиденциальности и защиты персональных данных в цифровом пространстве связаны не только с техническим аспектом (например, шифрование), но и с этическим. Пользователи должны осознавать важность ответственного отношения к своей личной информации и информации других людей, публикуемой в социальных сетях [5]. Значительная часть утечек и злоупотреблений персональными данными происходит из-за недостатка информированности и пренебрежения базовыми правилами цифровой гигиены [6].

Помимо этого, можно выделить несколько ключевых форм манипулятивного контента, наиболее распространённых в социальных сетях, они представлены в табл. 1. Знание и своевременное распознавание таких приёмов важно для профилактики когнитивных искажений у пользователей.

Таблица 1. Ключевые формы манипулятивного контента: описание и цели

Форма манипуляции	Краткое описание	Цель
Дезинформация	Целенаправленное распространение ложных или искажённых сведений, подмена фактов и статистики	Ввести аудиторию в заблуждение, подорвать доверие к истинным данным
Выборочный контекст	Использование лишь выгодных фактов или цитат, умолчание важной информации	Создать однобокое представление, укрепить нужное мнение
Апелляция к эмоциям	Акцент на чувствах (страх, гнев, сочувствие и т.п.), отсутствие рациональной аргументации	Вызвать эмоциональную реакцию, отвлечь от логического анализа и критического мышления
Очернительство	Дискредитация личности, подрыв репутации, сосредоточение на негативных характеристиках или ошибках оппонента	Сместить фокус с сути вопроса на личные качества, подорвать доверие к оппоненту
Конспирология	Утверждения о «тайных заговорах» и скрытых силах, объясняющих все значимые события	Привлечь внимание сенсационностью, упростить объяснение сложных процессов, сформировать недоверие к фактам

Немаловажно и то, как сами пользователи позиционируют себя в цифровой среде. Даже при наличии эффективных механизмов модерации и инструментов распознавания фейков многое зависит от личной

ответственности и уровня культуры каждого участника общения. Например, сдержанный и вежливый тон дискуссий, аргументированное выражение несогласия и стремление понять собеседника помогают формировать благоприятный микроклимат в сети. При этом активная позиция пользователей, вовремя реагирующих на оскорбительные комментарии и ложные факты, способствует быстрому выявлению и блокировке деструктивного контента.

Важную роль в поддержании когнитивной безопасности играет и умение пользователей формировать собственную «информационную политику»: выбирать проверенные ресурсы, критически относиться к противоречивой информации и не участвовать в распространении сомнительных слухов. Регулярная проверка настроек приватности в соцсетях, осторожность при публикации личных сведений и внимание к настройкам таргетированной рекламы помогают поддерживать нужный уровень приватности.

Нельзя забывать и о важности психологического благополучия в Интернете: постоянное нахождение в пространстве конфронтации, чтение агрессивных комментариев или новостей о катастрофах способно формировать искажённую картину мира, повышать тревожность и приводить к «эмоциональному выгоранию». Полезно уметь вовремя «отключаться» от цифровой среды, а также практиковать сознательное ограничение или полное исключение использования Интернета и гаджетов на определённый период времени.

Одним из перспективных направлений укрепления когнитивной безопасности и цифровой этики выступает развитие образовательных программ, ориентированных на повышение медиаграмотности, проектов о безопасном и эффективном использовании цифровых технологий для людей самых разных уровней цифровых компетенций [7]. Такие программы должны включать основы критического мышления, навыки распознавания манипулятивных технологий, а также правовые и этические аспекты онлайн-поведения. Включение подобных курсов в программы образовательных организаций позволит сформировать поколение, более устойчивое к информационным угрозам.

На государственном уровне необходимы правовые и организационные меры, направленные на противодействие дезинформации и поддержание этических стандартов цифровых сервисов (например, укрепление контроля за использованием персональных данных). При этом важно развивать саморегуляцию отрасли: крупные IT-компании могут принимать единые правила поведения в цифровой среде, отвечающие интересам общества. Важную роль играют технологические решения, направленные на обнаружение и пресечение деструктивного контента (например, системы автоматической модерации, распознавания фейковой информации и проявлений агрессии).

Разработка подобных инструментов должна учитывать этические аспекты, чтобы избежать ущемления свободы слова и чрезмерной цензуры, несопоставимой с принципами открытого общества.

При этом следует учитывать, что никакие регуляторные меры и технические фильтры не заменят личной ответственности пользователей. Сочетание систематической просветительской работы, правовых механизмов и осознанного поведения в сети позволит добиться баланса между безопасностью и сохранением свободы информационного обмена.

Таким образом, когнитивная безопасность в цифровую эпоху напрямую связана с уровнем сформированности цифровой этики и медиаграмотности участников интернет-взаимодействия. Для решения обозначенных проблем необходим комплексный подход, включающий развитие образовательных программ, совершенствование правового поля, технологические инновации и повышение культуры цифрового поведения со стороны самих пользователей. Формирование ответственной онлайн-среды, основанной на уважении и доверии, становится неотъемлемым условием сохранения личностной целостности и психологического здоровья человека в условиях стремительного развития цифровых технологий.

Источники

1. Пролегомены когнитивной безопасности: коллективная монография. – Петрополис, 2023. – 488 с.

2. Иванов А. А. Цифровая этика и право // Закон. – 2021. – № 4.

3. Кибербуллинг [Электронный ресурс]. – URL: https://xn----9sbbihqekoax4a5b.xn--p1ai/ (дата обращения: 27.02.2025).

4. Что такое информационный пузырь, как он формируется и чем опасен? [Электронный ресурс]. – URL: https://sdelano.media/infopuzir/ (дата обращения: 01.03.2025).

5. Конфиденциальность и предотвращение утечки данных в социальных сетях [Электронный ресурс]. – URL: https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/social-media-privacy (дата обращения: 26.02.2025).

6. Цифровая гигиена поможет обеспечить безопасность в сети [Электронный ресурс]. – URL: https://www.kaspersky.ru/resource-center/preemptive-safety/cyber-hygiene-habits (дата обращения: 26.02.2025).

7. Стань успешнее вместе с цифрой [Электронный ресурс]. – URL: https://xn--b1abhljwatnyu.xn--p1ai/ (дата обращения: 01.03.2025).

УДК 004.056

ОБЕЗЛИЧИВАНИЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Соколов Артемий Николаевич, Заляева Римма Дамировна, Тумбинская Марина Владимировна
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева – КАИ», г. Казань, Россия
art.sokol18@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются вопросы обезличивания персональных данных в мобильных устройствах в случае угрозы их безопасности. Проанализированы способы обезличивания персональных данных, технические решения отечественных вендоров. Предложен алгоритм обезличивания данных, который позволит обеспечить защиту конфиденциальных данных пользователя при утере устройства или обнаружении угроз.

Ключевые слова: персональные данные, мобильное устройство, обезличивание, безопасность, угроза информационной безопасности, несанкционированный доступ.

DENIMIZATION OF PERSONAL DATA IN MOBILE DEVICES

Sokolov Artemy Nikolaevich, Zalyaeva Rimma Damirovna, Tumbinskaya Marina Vladimirovna
Kazan National Research Technical University named after A.N. Topolev - KAI, Kazan, Russia
art.sokol18@mail.ru

Abstract. This paper examines the issues of depersonalization of personal data in mobile devices in case of a threat to their security. The methods of depersonalization of personal data and technical solutions of domestic vendors are analyzed. An algorithm for depersonalization of data is proposed, which will ensure the protection of confidential user data in case of loss of the device or detection of threats.

Key words: personal data, mobile device, depersonalization, security, threat to information security, unauthorized access.

Современные мобильные устройства предоставляют злоумышленникам значительно более широкий спектр возможностей по сравнению с традиционными персональными компьютерами. В случае несанкционированного доступа к мобильному устройству существует риск компрометации различных типов данных и сервисов:

1. Банковские данные и конфиденциальная информация, включая учетные записи и пароли пользователей.

2. Доступ к мобильному приложению «Галерея», включающему изображения паспорта и другие персональные данные пользователя.

3. Контент социальных сетей и личная переписка, что может быть использовано для осуществления фишинговых атак и вымогательства.

4. Данные, получаемые с помощью встроенных сенсоров устройства, таких как камера, микрофон и система глобального позиционирования (GPS), что может быть использовано для организации скрытого наблюдения за пользователем и сбора его персональных данных.

В связи с этим обезличивание персональных данных в мобильных устройствах является актуальной задачей для предотвращения угроз информационной безопасности.

Согласно источнику [1] к наиболее перспективным и удобным для практического применения относятся следующие методы обезличивания:

– метод введения идентификаторов (замена части сведений (значений персональных данных) идентификаторами с созданием таблицы (справочника) соответствия идентификаторов исходным данным);

– метод изменения состава или семантики (изменение состава или семантики персональных данных путем замены результатами статистической обработки, обобщения или удаления части сведений);

– метод декомпозиции (разбиение множества (массива) персональных данных на несколько подмножеств (частей) с последующим раздельным хранением подмножеств);

– метод перемешивания (перестановка отдельных записей, а также групп записей в массиве персональных данных) [1].

Анализ предметной области [2-5] показал, что данные методы практически применяются в информационных системах, однако имеют недостатки. Основным недостатком для всех методов обезличивания данных является отсутствие методики количественной оценки влияния параметров на процесс обезличивания и защищенности алгоритмов, что затрудняет выбор идентифицирующих параметров и оценку их эффективности. Для искажающих методов сложность заключается в скрытии идентифицирующей информации, а для разделяющих методов — в обеспечении связи между разделенными частями данных во время сеансов работы [6]. Следовательно, актуальной задачей является необходимость модификации структуры базы данных и программного обеспечения для обезличивания персональных данных. Для решения данной задачи необходимо определить перечень актуальных угроз информационных систем персональных данных.

Угрозы безопасности мобильных устройств представляют собой комплекс рисков, связанных как с физической утратой устройств, так и с цифровыми атаками. Одной из наиболее распространенных угроз является

кража устройств, доля которой среди регистрируемых преступлений в России увеличивается. Социальная инженерия также играет важное значение, поскольку пользователи нередко передают свои устройства третьим лицам, не осознавая последствий. Исследования показывают, что 45% утерянных телефонов разблокируются в течение 30 минут после обнаружения, что подчеркивает уязвимость данных [7-9]. В общественных местах злоумышленники могут воспользоваться отсутствием присмотра за устройством, что увеличивает риск несанкционированного доступа.

Цифровые угрозы включают вредоносное программное обеспечение, фишинг и эксплуатацию уязвимостей через загружаемые файлы, такие как APK, которые могут инициировать несанкционированные платежи или подписки. Фишинг остается одним из распространённых злоумышленниками инструментов для получения конфиденциальной информации.

Для противодействия угрозам используются триггеры, которые отслеживают аномалии в поведении устройства или пользователя. К ним относятся принудительное разблокирование, резкое изменение местоположения, отклонения в использовании приложений или подключение к небезопасным Wi-Fi сетям. Системы анализа, такие как распознавание лица или мониторинг ввода текста, позволяют выявлять подозрительную активность и инициировать процессы обезличивания данных или блокировки устройства. Например, при обнаружении подключения к неизвестной сети или перемещения устройства в неожиданное местоположение система может автоматически заблокировать доступ или удалить конфиденциальные данные, обеспечивая дополнительный уровень защиты.

В настоящее время в России наблюдается активное развитие технологий, направленных на обезличивание данных, что обусловлено растущими требованиями к защите конфиденциальной информации. На рынке представлен ряд технических решений:

1. Компания "КРИПТО ПРО" предлагает криптографические решения, включающие методы обезличивания данных. Продукты компании обеспечивают защиту и анонимизацию информации за счет применения современных криптографических алгоритмов, что позволяет эффективно скрывать идентифицирующие данные.

2. АО "Альфа-Банк" внедряет собственные разработки для обезличивания данных клиентов. Эти технологии применяются для защиты информации на всех этапах обработки, включая рассмотрение заявок, проведение транзакций и аналитическую обработку данных. Основным методом является псевдонимизация, которая позволяет сохранить функциональность данных при минимизации рисков их компрометации.

3. Компания "Data Protect" предлагает решение "DataMask",

предназначенное для автоматического маскирования конфиденциальной информации. Продукт обеспечивает обнаружение и обезличивание данных при их передаче в непродуктивные среды, что позволяет минимизировать риски утечки информации в процессе тестирования или анализа.

Отечественные вендоры предлагают разнообразие подходов к обезличиванию данных, что подчеркивает важность данной задачи в условиях современного цифрового ландшафта, однако разработка технических решений для мобильных устройств остается мало исследованной областью.

В работе предлагается алгоритм обезличивания данных на мобильных устройствах, который позволит обеспечить защиту конфиденциальных данных пользователя при утере устройства или обнаружении угроз:

Шаг 1. Определение данных для обезличивания (контакты, сообщения, файлы, логины).

Шаг 2. Определение и настройка триггеров (например, ввод тревожного пароля, изменение местоположения, подключение к небезопасным сетям).

Шаг 3. Анализ активности устройства и отклонения от стандартного поведения пользователя (ввод пароля, использование приложений, подключение к сетям).

Шаг 4. Проверка работы триггера и старта процесса обезличивания при обнаружении угрозы.

Шаг 5. Шифрование данных мобильного устройства с использованием криптографических алгоритмов.

Шаг 6. Уведомление пользователя о старте процедуры обезличивания и причинах.

Шаг 7. Восстановление данных после подтверждения личности.

Несмотря на эффективность методов обезличивания, они не гарантируют абсолютную защиту данных. С учетом роста объемов информации и усиления нормативных требований эта область остается одной из ключевых в сфере кибербезопасности и управления данными.

Источники

1. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций №996 от 5 сентября 2013 г. "Об утверждении требований и методов по обезличиванию персональных данных" [Электронный ресурс]. URL: https://ivo.garant.ru/#/document/70451476/paragraph/1/doclist/3057/2/0/0/996%20приказ:1 (дата обращения: 07.03.25).

2. Ваганова П.В. Методы обезличивания персональных данных в информационных системах специального назначения // Безопасность.

Управление. Искусственный интеллект. 2022. Т. 2. № 2 (2). С. 2-12.

3. Тумбинская М.В., Сафиуллина А.М. Программное обеспечение оценивания тестовых заданий для выявления компетенций кадрового резерва с элементами защиты информации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. Т. 8. № 35 (176). С. 42-47.

4. Зайнуллин И.И., Тумбинская М.В. Мобильное приложение инкапсуляции данных на основе модифицированного стеганографического алгоритма // Информатизация образования и науки. 2023. № 3 (59). С. 57-69.

5. Чипигина П.А. Отдельные вопросы правового регулирования обработки персональных данных в мобильных приложениях // Образование и право. 2022. № 11. С. 184-188.

6. Мищенко Е.Ю., Соколов А.Н. Определение эффективности обезличивания персональных данных с использованием модели нарушителя // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2020. № 2 (36). С. 34-42.

7. Малявко А.А., Реутов В.В., Коротких И.В., Шперлинг В.К. Алгоритмы, методы и подходы к обезличиванию и обогащению данных, в том числе персональных // Безопасность цифровых технологий. 2022. № 4 (107). С. 9-26.

8. Мухаматханов Р.М., Михайлов А.А., Баянов Б.И., Тумбинская М.В. Классификация ddos-атак на основе нейросетевой модели // Прикладная информатика. 2019. Т. 14. № 1 (79). С. 96-103.

9. Тумбинская М.В., Галиев Р.А. Идентификация фейк-новостей с помощью веб-ресурса на основе нейронных сетей // Программные продукты и системы. 2023. № 4. С. 590-599.

10. Рычкова А.А., Коннов А.Л., Калинина В.А. Обезличивание персональных данных методом введения идентификаторов на основе криптографических преобразований // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 11. С. 461-464.

11. Карачанская Е.В., Романов А.К. Разработка метода хэширования данных на основе клеточных автоматов и его преимущества // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2021. № 4. С. 51-60.

УДК 004.056.03

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ПУБЛИЧНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ WI-FI СЕТЯХ

Степанов Константин Максимович, Соловьев Валерий Иванович
Таврический колледж (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия
klkl732@yahoo.com

Аннотация. В статье рассматривается информационная безопасность в публичных компьютерных Wi-Fi сетях. Автором сделан вывод о том, что публичные Wi-Fi сети являются удобным, но потенциально опасным способом подключения к интернету. Без надлежащей защиты пользователи рискуют стать жертвами кибератак, потерять личные данные или подвергнуться финансовым потерям.

Ключевые слова: информационная безопасность, публичные компьютерные Wi-Fi сети, защита данных.

INFORMATION SECURITY IN PUBLIC COMPUTER WI-FI NETWORKS

Stepanov Konstantin M., Solovyov Valery I.
Tayrida College (structural unit) V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
klkl732@yahoo.com

Annotation. The article discusses information security in public computer Wi-Fi networks. The author concludes that public Wi-Fi networks are a convenient but potentially dangerous way to connect to the Internet. Without proper protection, users risk becoming victims of cyber attacks, losing personal data, or incurring financial losses.

Keywords: information security, public computer Wi-Fi networks, data protection.

В современном мире интернет играет ключевую роль в жизни общества, а публичные Wi-Fi сети стали неотъемлемой частью повседневности. Они доступны в кафе, торговых центрах, аэропортах, гостиницах и других общественных местах, что делает их удобным способом выхода в интернет. Однако широкая распространенность таких сетей сопровождается высокими рисками кибератак, утечек данных и мошенничества.

В процессе проведенного исследования нами был выполнен анализ публикаций в научных изданиях, посвященных информационной безопасности в публичных компьютерных Wi-Fi сетях.

В.О. Павлов, А.Б. Андрейченко, В.С. Чеканов в своей статье «Основные методы атаки и защиты Wi-Fi сетей» выполняют обзор основных угроз безопасности беспроводных сетей и методов защиты от них. По мнению авторов, в ней рассматриваются три ключевые области: отказ в обслуживании (DoS), атака «человек посередине» (MITM) и кража ключей шифрования [1].

П.А. Аверин, В.А. Воронин в своей статье «Угрозы общественных Wi-Fi-сетей» рассмотривая проблему безопасности информации при использовании общественных Wi-Fi сетей, предлагают основные советы по работе с таковыми и повышению уровня защищённости информации [2].

Тимошенко В.К. в своей статье «Опасность публичных Wi-Fi сетей и рекомендации при работе в публичных сетях с низким уровнем защищенности» рассматривает опасность подключения к общедоступным беспроводным сетям, возможные действия злоумышленников при попытке кражи личных данных при работе в беспроводных сетях общего пользования, а также способы защиты от утечки личных данных при работе в беспроводных сетях общего пользования [3].

С.Ю. Бодриков, А.В. Лукьянчиков, Д.С. Иванченко, Е.Я. Закурдаева в своей статье «Особенности организации доступа к сети интернет в общественных Wi-Fi сетях» отмечают, что «в большинстве общественных мест предоставляют бесплатный доступ в интернет через Wi-Fi-сеть. Однако, для обеспечения безопасности посетителей и соблюдения законодательства Российской Федерации, наличие Wi-Fi-сети в общественном месте должно быть организовано с использованием специального механизма — captive portal. Captive portal — механизм, который используется для авторизации пользователей перед доступом к интернету через Wi-Fi-сеть. Он требует от пользователя ввода его однозначной идентификации, прежде чем он получит доступ к интернету. Это позволяет контролировать доступ к сети и защищать ее от несанкционированного использования» [4].

А.А. Филатов, В.И. Соловьев в своей работе «Защита данных в публичных Wi-Fi сетях» делают вывод о том, что «наибольшую опасность представляет подключение к Wi-Fi через фейковые сети.» [5]. По мнению авторов, «проведенные исследования показали, что фейковая сеть позволяет организовать фишинг, так как в ней можно реализовать DNS-сервер, который будет переадресовывать всех подключившихся к ней на подставные сайты банков и прочих сервисов, а значит, получить персональные данные.» [5].

Российский рынок публичного Wi-Fi в 2023 году вырос на 1,5%. Таким образом, его объем составил 4,4 млрд рублей. Такие данные в своем отчете приводит аналитическое агентство «ТМТ Консалтинг».

Вместе с тем, увеличилось и количество публичных точек Wi-Fi доступа, организованных и обслуживаемых операторами связи. В этом сегменте рост за год составил 7,7% — с 191,1 тыс. в 2022 году до 205,8 тыс. в 2023 году [6].

Рынок публичного Wi-Fi доступа, 2023 г. показан на рис. 1.

Рис. 1. Рынок публичного Wi-Fi доступа, 2023 г.

Положительная динамика рынка, по мнению аналитиков, связана с запуском ряда новых проектов в b2b- и в b2g-секторе. Увеличение темпов роста выручки за счет реализации этих проектов ожидается и в 2024 году. Отмечается, что ключевыми заказчиками услуги публичного Wi-Fi в b2b-сегменте остаются ритейл, банковский сектор, предприятия сферы услуг. Что касается b2g, то здесь оказали влияние проекты по цифровизации образовательных учреждений, МФЦ, общественных пространств (парков и т. п.), больниц, библиотек.

Структура российского рынка Wi-Fi, 2023 г. показана на рис. 2.

Рис. 2. Структура российского рынка Wi-Fi, 2023 г.

Крупнейшими игроками на рынке публичного Wi-Fi в России в 2023 году стали «Ростелеком», «ЭР-Телеком», «ВымпелКом». На них приходится 74% от общей выручки: из них доля «Ростелекома» составляет 44%, "ЭР-Телекома" — 20%, «ВымпелКома» — 10%. В структуре рынка публичного Wi-Fi по числу точек доступа эти три оператора составляют 67% [6].

В 2023 году операторы стали предоставлять новые способы идентификации пользователей. Так, помимо традиционных способов авторизации (SMS с кодом, звонок от робота, логин и пароль от Госуслуг или по паспорту), растет популярность авторизации с помощью мобильного ID, Сбер ID, Яндекс ID [6].

Нами рекомендуются следующие методы защиты при использовании публичных Wi-Fi сетей:

- Использование VPN. Виртуальная частная сеть (VPN) шифрует интернет-трафик, делая его невидимым для посторонних. Это один из наиболее эффективных способов защиты данных в публичных сетях.

- Включение шифрования HTTPS. При посещении веб-сайтов важно проверять, чтобы соединение использовало HTTPS, а не HTTP. Это защищает передаваемые данные от перехвата.

- Отключение автоматического подключения к Wi-Fi. Некоторые устройства автоматически подключаются к известным сетям, что может привести к подключению к поддельной точке доступа. Авто-подключение следует отключить в настройках.

- Отключение передачи файлов и общего доступа. В общественных сетях рекомендуется отключить функции общего доступа к файлам, чтобы злоумышленники не могли получить доступ к данным на устройстве.

- Ограничение использования конфиденциальных сервисов. Не рекомендуется использовать интернет-банкинг, вводить пароли или передавать чувствительные данные в открытых Wi-Fi сетях.

- Регулярное обновление программного обеспечения. Актуальные версии ОС и антивирусных программ содержат исправления уязвимостей, что снижает риск атак.

- Использование двухфакторной аутентификации (2FA). Даже если злоумышленник получит ваш пароль, он не сможет войти в учетную запись без дополнительного подтверждения (например, кода из SMS или приложения-аутентификатора).

- Мониторинг сети с помощью брандмауэра и антивируса. Использование надежного антивирусного ПО и встроенного брандмауэра помогает обнаруживать подозрительную активность и предотвращать заражение вредоносными программами.

В результате проведённого исследования нами сделан вывод о том, что публичные Wi-Fi сети являются удобным, но потенциально опасным способом подключения к интернету. Без надлежащей защиты пользователи рискуют стать жертвами кибератак, потерять личные данные или подвергнуться финансовым потерям. Чтобы минимизировать риски, следует использовать VPN, избегать ввода конфиденциальной информации, проверять безопасность соединения и применять другие методы защиты.

Источники

1. Павлов В.О. Основные методы атаки и защиты Wi-Fi сетей / В.О. Павлов, А.Б. Андрейченко, В.С. Чеканов // Технические науки: проблемы и решения: сборник статей по материалам XCI международной научно-практической конференции, Москва, 17 декабря 2024 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Интернаука", 2024. – С. 15-23.

2. Аверин П.А. Угрозы общественных Wi-Fi-сетей / П.А. Аверин, В.А. Воронин // Новые горизонты: Сборник материалов и докладов XI научно-практической конференции с международным участием, Брянск, 15 апреля 2024 года. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. – С. 156-158.

3. Тимошенко В.К. Опасность публичных Wi-Fi сетей и рекомендации при работе в публичных сетях с низким уровнем защищенности / В.К. Тимошенко // Вестник современных исследований. – 2018. – № 7.1(22). – С. 382-383.

4. Особенности организации доступа к сети интернет в общественных Wi-Fi сетях / С.Ю. Бодриков, А.В. Лукьянчиков, Д.С. Иванченко, Е.Я. Закурдаева // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. – 2023. – № 6. – С. 69.

5. Филатов А.А. Защита данных в публичных Wi-Fi сетях / А.А. Филатов, В.И. Соловьев // Новые горизонты студенческой науки в условиях глобализации: Материалы II Межрегиональной научно-практической конференции, Элиста, 22 апреля 2022 года / Редколлегия: О.Н. Кониева [и др.]. – Элиста: Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 2022. – С. 371-374.

6. Объем рынка публичного Wi-Fi составил 4,4 млрд рублей в 2023 году [Электронный ресурс]. https://www.cableman.ru/content/obem-rynka-publichnogo-wi-fi-sostavil-44-mlrd-rublei-v-2023-godu (дата обращения: 25.03.25).

УДК 621.396

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ПО АНАЛИЗУ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АКУСТИЧЕСКИХ ПЕРЕДАТЧИКОВ

Степанов Максим Олегович, Шарипов Рифат Рашатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
maksstepanow22@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс сборки лабораторного стенда для анализа звука с применением акустического передатчика. Приведено описание схемы, ее основных компонентов, особенности монтажа. Особое внимание уделяется амплитудной и частотной модуляциям, их принципам работы, также анализируются их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: лабораторный стенд, акустический передатчик, амплитудная модуляция, частотная модуляция.

LABORATORY STAND FOR THE ANALYSIS OF SOUND SIGNALS USING ACOUSTIC TRANSMITTERS

Stepanov Maxim Olegovich, Sharipov Rifat Rashatovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
maksstepanow22@gmail.com

Abstract. This article discusses the process of assembling a laboratory stand for sound analysis using an acoustic transmitter. The scheme is described, its main components, installation features. Special attention is paid to amplitude and frequency modulations, their principles of operation, and their advantages and disadvantages are analyzed.

Keywords: laboratory bench, acoustic transmitter, amplitude modulation, frequency modulation.

Технологии передачи звуковых сигналов широко используются в различных областях, включая радиовещание, медицинские устройства, телекоммуникации и т.д. Для эффективной передачи информации требуется использовать специализированные устройства и схемы, которые могут обеспечить качественное усиление полученных сигналов.

Схема лабораторного стенда включает в себя следующие компоненты:

- три резистора;
- семь конденсаторов;
- один транзистор;

- катушку индуктивности;
- микрофон;
- антенну.

В данной схеме резисторы обеспечивают регулировку тока и напряжения. Такие элементы, как конденсаторы, фильтруют сигналы и обеспечивают корректную работу схемы. Для усиления низкочастотных сигналов, которые поступают на микрофон, используется транзисторный усилитель [1]. Катушка индуктивности необходима для формирования радиочастотного сигнала. Транзистор выполняет функцию усиления слабых сигналов, поступающих от микрофона. Также в схеме есть выходной контур, который является антенной. В качестве источника питания может быть любое устройство с USB выходом, обеспечивающим подачу напряжения на все элементы схемы.

Сборка устройства выполняется на макетной плате без пайки. Данная плата позволяет с легкостью изменять местоположение компонентов электрической схемы. Стоит отметить, что все элементы схемы рекомендуется располагать максимально близко друг к другу, чтобы уменьшить длину соединительных проводов, тем самым снижая уровень помех и улучшая качество звука. Также для корректной работы устройства необходимо произвести предварительную проверку ее компонентов: с помощью мультиметра измерить ток на каждом из резисторов и убедиться, что элементы работают в номинальном режиме. На рисунке 1 приведена собранная схема лабораторного стенда.

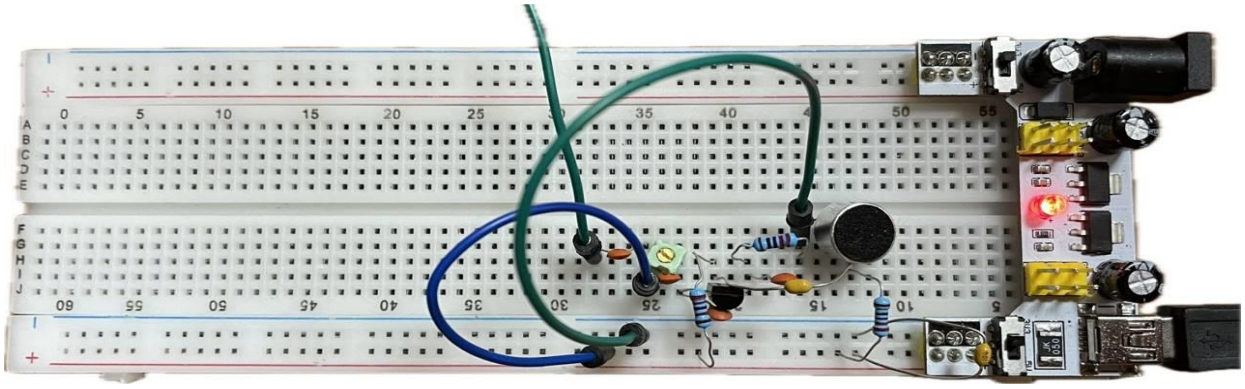


Рис. 1. Схема лабораторного стенда

Основными и самыми распространенными методами передачи сигналов в акустических передатчиках являются амплитудная модуляция и частотная модуляция.

Амплитудная модуляция – это метод передачи информации, при котором амплитуда звуковой волны изменяется в соответствии с передаваемым сигналом [2].

Преимуществами амплитудной модуляции являются простота реализации, передача сигналов на дальние расстояния, а также малое потребление энергоресурсов. Безусловно, у данного метода есть и недостатки, выраженные в высокой чувствительности к помехам и шумам, ограниченной полосой частот, доступной для передачи сигналов.

Частотная модуляция – это такой тип модуляции, при котором изменения в информационном сигнале соответствуют изменениям частоты несущего колебания [3].

Данный тип модуляции наиболее часто используется в радиовещании, а также в радарных и телекоммуникационных системах. FM-сигналы меньше подвержены влиянию шумов и помех. Частотная модуляция позволяет передавать звук с наименьшими искажениями, тем самым увеличивая точность сигнала. По сравнению с амплитудной модуляцией, частотная модуляция требует более сложного и дорогостоящего оборудования и большего энергопотребления.

На рисунке 2 представлены графики описанных выше типов модуляций.

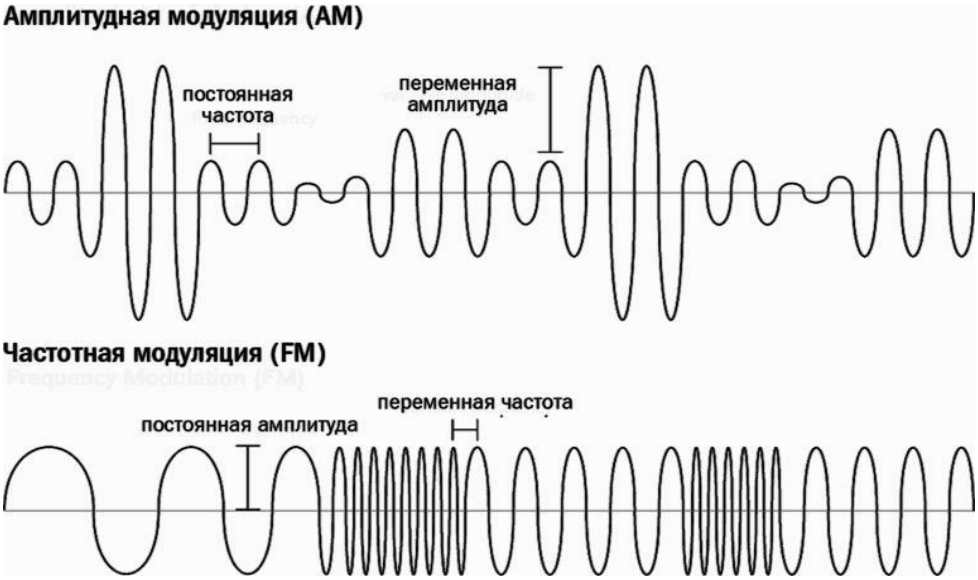


Рис. 2. Графики амплитудной и частотной модуляций

Источники

1. Шпионские штучки или секреты тайной радиосвязи. / Адаменко М.В.: ДМК Пресс; Москва; 2010

2. Формирование радиосигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.И. Бочаров; ГОУ ВПО "Воронежский гос. технический ун-т". - Воронеж: Воронежский гос. технический ун-т, 2010.

3. Хазанова С.В., Нежданов А.В., Николичев Д.Е. Исследование процесса амплитудной, частотной и фазовой модуляции: Практикум. 2021.

УДК 004.056

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ ПО АКУСТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ

Степанов Максим Олегович, Шарипов Рифат Рашатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
maksstepanow22@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются угрозы, связанные с утечкой информации по акустическому (речевому) каналу. Рассматриваются основные технические каналы утечки информации. Описаны демаскирующие признаки закладных устройств и способы их обнаружения. Приведены рекомендации по выявлению закладных устройств с помощью специализированного оборудования, а также организационные меры.

Ключевые слова: информационная безопасность, утечка информации, закладные устройства, акустический канал.

METHODS OF PROTECTION AGAINST INFORMATION LEAKAGE THROUGH ACOUSTIC CHANNELS

Stepanov Maxim Olegovich, Sharipov Rifat Rashatovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
maksstepanow22@gmail.com

Abstract. This article discusses the threats associated with information leakage through the acoustic (speech) channel. The main technical channels of information leakage are considered. The unmasking features of embedded devices and ways to detect them are described. Recommendations are given for identifying embedded devices using specialized equipment, as well as organizational measures.

Keywords: information security, information leakage, embedded devices, acoustic channel.

В последние годы все чаще происходят кражи конфиденциальной информации, в связи с этим необходимо улучшать информационную безопасность как крупных предприятий, так и мелких объектов защиты. Так, в [1] описаны принципы скрытого съема информации по техническим каналам акустической (речевой) информации, что представляет серьезную угрозу для секретной информации, в том числе коммерческой и государственной тайны.

Злоумышленники в основном используют следующие технические каналы утечки акустической (речевой) информации [2]:

- воздушные (прямые акустические);

- вибрационные (виброакустические);
- электроакустические;
- оптико-электронные (лазерные);
- параметрические.

Для предотвращения утечки информации следует использовать различные меры защиты, сюда могут входить: режимные меры, экранирование помещения, применение виброизоляционных материалов, а также проведение регулярных проверок на наличие несанкционированных устройств съема информации (закладных устройств).

Особое внимание следует уделить закладным устройствам, работающим в акустическом канале, которые достаточно сложно обнаружить. Стоит отметить, что средой распространения в акустическом канале является воздух, а для перехвата информации используются закладные устройства микрофонного типа, позволяющие скрытно производить запись и передачу конфиденциальной информации.

Обнаружение устройств несанкционированного съема информации осуществляется по их демаскирующим признакам. Выделяются следующие типы:

- некамуфлированные;
- камуфлированные.

Некамуфлированные закладные устройства отличаются небольшими габаритами. Они используют автономные источники питания в виде батареек. Некамуфлированные закладные устройства могут быть легко обнаружены при внимательном осмотре помещения, так как они не скрыты или замаскированы. Для их установки не требуются сложные профессиональные инструменты, поэтому их достаточно легко устанавливать.

С помощью нелинейного радиолокатора в этих закладных устройствах возможно обнаружить полупроводниковые элементы. Металлические проводники или другие компоненты обнаруживаются с помощью рентгеновского облучения. Некамуфлированные закладки эффективны, когда требуется быстрая установка устройства и получение необходимой информации.

Камуфлированные закладные устройства выполняют свои основные функции без привлечения внимания. Их трудно обнаружить, они часто маскируются в обычных бытовых предметах, например, игрушках, часах и других объектах, не привлекающих внимание.

Ключевая особенность камуфлированных закладок – съем необходимой информации в течение длительного промежутка времени, так как они могут питаться от сети. Выявлять такие устройства гораздо сложнее, чем некамуфлированные. Поиск таких устройств осуществляется с помощью

специальных инструментов, рентгеновских лучей или детальной разборки подозрительных предметов [3].

На рисунке 1 показан пример камуфлированного закладного устройства, встраиваемого в зажигалку.

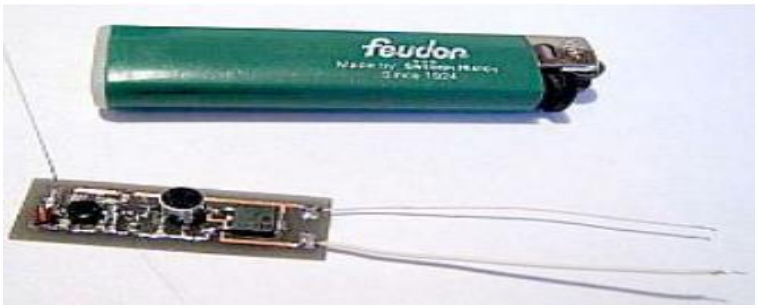


Рис. 1. Камуфлированная закладка

Поиск закладных устройств – это важная задача для обеспечения защиты конфиденциальной информации. Для этого необходимо использовать специализированное оборудование: различные детекторы радиочастот, нелинейные радиолокаторы, акустические детекторы, сканеры, рентгеновские комплексы, спектральные анализаторы. Кроме того, важно осуществлять визуальный осмотр помещений, тщательно проверять места, где могут быть спрятаны закладные устройства. Также стоит уделять внимание физическому осмотру сотрудников, который включает осмотр личных вещей (рюкзаков, сумок, приборов), чтобы исключить пронос закладных устройств.

Для обеспечения безопасности информации необходимо применять комплексный подход, который объединяет в себе как технические (специализированные) средства, так и организационные меры.

Источники

1. Инженерно-техническая защита информации: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям в обл. информ. Безопасности / А.А. Торокин. - Москва: Гелиос АРВ, 2005.

2. Ларионцева Е.А. Основные виды каналов утечки информации // Машиностроение и компьютерные технологии. 2011. №13. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-vidy-kanalov-utechki-informatsii (дата обращения: 24.03.2025).

3. Средства выявления каналов утечки информации [Электронный ресурс]. https://searchinform.ru/analitika-v-oblasti-ib/utechki-informatsii/sluchai-utechki-informatsii/vyyavlenie-kanalov-utechki-informatsii/sredstva-vyyavleniya-kanalov-utechki-informatsii/?ysclid=m8m4sq8nei26661567 (дата обращения: 21.03.2025).

УДК 621.396

ОБНАРУЖЕНИЕ СКРЫТЫХ ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Степанов Максим Олегович, Шарипов Рифат Рашатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
maksstepanow22@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается обнаружение скрытых передающих устройств (закладных устройств). Описан принцип работы этих устройств. Продемонстрированы частотные характеристики закладного устройства RS1000/S с использованием приемника AR5000.

Ключевые слова: информационная безопасность, скрытые передающие устройства, закладные устройства, AR5000, RS1000/S.

DETECTION OF HIDDEN TRANSMITTING DEVICES BASED ON FREQUENCY RESPONSE ANALYSIS

Stepanov Maxim Olegovich, Sharipov Rifat Rashatovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
maksstepanow22@gmail.com

Abstract. This article discusses the detection of hidden transmission devices (embedded devices). The principle of operation of these devices is described. The frequency characteristics of an embedded RS1000/S device using an AR5000 receiver are demonstrated.

Keywords: information security, hidden transmission devices, embedded devices, AR5000, RS1000/S.

В последнее время вопросы информационной безопасности становятся все более актуальными. Одна из возможных угроз – использование злоумышленниками скрытых передающих устройств (закладных устройств). Такие устройства могут представлять угрозу как для частных лиц, так и для промышленных организаций, на которых может обрабатываться критическая информация.

Закладное устройство – компактное, миниатюрное электронное средство радиопередачи, способное передавать конфиденциальную информацию, скрыто перехватывая ее [1]. Данные средства злоумышленники чаще всего устанавливают в помещениях, стенах, объектах мебели, автомобилях и других местах с целью скрытого получения необходимой аудиоинформации.

Ключевым элементом скрытого передающего устройства является микрофон, с помощью которого преобразуется улавливаемый сигнал. Также некоторые закладные устройства используют усилитель сигнала для увеличения его амплитуды сигнала. После этого преобразованный сигнал проходит через модулятор, который преобразует его в радиочастотный сигнал. В качестве источника питания могут выступать как автономные элементы, то есть батарейки или аккумуляторы, так и сетевые адаптеры. Следует отметить, что существуют закладные устройства с функцией «сна», принцип которого устроен на обнаружении звуковых колебаний и дальнейшем съеме информации. Данная функция позволяет длительное время использовать скрытый передатчик без замены элементов питания.

Для анализа частотных характеристик закладных устройств используются приемники, принцип работы которых основан на получении сигналов с большим диапазоном возможных частот. Одним из таких устройств является AR5000, с помощью которого можно обнаружить наличие скрытого передающего устройства.

Рассмотрим взаимодействие закладного устройства RS1000/S и приемника AR5000 с установленным программным обеспечением ARC Spectrum Display Pro [2].

Устройство RS1000/S представляет собой профессиональный инструмент технической разведки. Данное устройство замаскировано под обычный сетевой адаптер. Оно содержит генератор радиосигнала с несущей частотой около 419,23 МГц [3]. Внутри корпуса размещена антенна в виде провода, размещенная вдоль стенок. Данное закладное устройство питается от сети 220В, тем самым злоумышленник может вести съем информации неограниченное время.

Принцип взаимодействия выглядит следующим образом. В первую очередь настраивается приемник AR5000 с ПО ARC Spectrum Display Pro. В программе необходимо настроить диапазон частот и шаг, с которым будет осуществляться сканирование скрытых передающих устройств [4]. Рекомендуется устанавливать узкий шаг сканирования в диапазоне 400 – 450 МГц, где чаще всего работают подобные устройства.

После указания необходимых данных необходимо осуществить тестовое сканирование эфира без включенных в сеть закладных устройств и убедиться, что в программе ARC Spectrum Display Pro на графике отсутствуют помехи и фоновые сигналы на частоте 419,23 МГц.

После этого необходимо подключить закладное устройство RS1000/S в сеть 220В и нажать на кнопку «Сеть» на корпусе устройства, активируя закладку.

После данных действий запустить повторное сканирование частоты с помощью приемника AR5000. Результаты сканирования после активации закладного устройства приведены на рисунке 1. На графике четко виден пик на частоте 419.23 МГц, что доказывает наличие закладного устройства в сканируемом помещении.

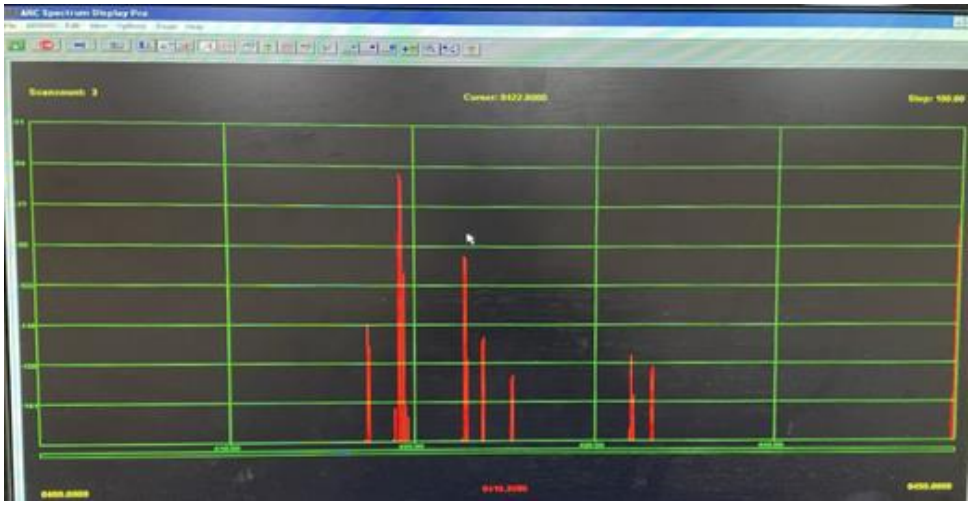


Рис. 1. График частот

Благодаря применению современных методов радиочастотного мониторинга в сочетании с использованием специализированных технических средств для детектирования скрытых передатчиков информации, и регулярного контроля периметра защищаемого объекта, можно значительно минимизировать вероятность несанкционированного съема информации с помощью закладных устройств.

Таким образом, комплексный подход является необходимым условием для обеспечения защиты конфиденциальной и секретной информации, а также предотвращения потенциальных утечек информации по техническим каналам.

Источники

1. Каторин Ю.Ф. Защита информации техническими средствами: Учебное пособие / Ю.Ф. Каторин, А.В. Разумовский, А.И. Спивак. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2012. – 417 с.

2. ARC-series Spectrum Analyser. [Электронный ресурс]. https://www.butel.nl/spectrum/spectrum.html (дата обращения: 17.03.2025).

3. Комплексы радиоконтроля «RS-1000». [Электронный ресурс]. https://sis-tss.ru/2010-06-24-19-13-27/4306-kompleksy-radiokontrolja-rs-1000.html?ysclid=m8bsjjdvn3181118737 (дата обращения: 17.03.2025).

4. AR5000 SERIES BULLETIN PAGE [Электронный ресурс]. http://www.aorja.com/support/bulletin_ar5000.html (дата обращения: 17.03.2025).

УДК 004.78

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ УГРОЗ: RANSOMWARE, ФИШИНГ, АТАКИ НА ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК

Темирсултанов Д.М.
Грозненский государственный нефтяной технический университет имени М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Чечня

Аннотация. В условиях стремительной цифровой трансформации организации сталкиваются с ростом числа и сложности киберугроз, что требует комплексного подхода к обеспечению информационной безопасности. В данной статье проводится анализ актуальных угроз – ransomware-атак, фишинга и атак на цепочки поставок. Рассматриваются факторы их разрушительность и предлагаются рекомендации по минимизации рисков, подтверждённые статистическими данными и примерами реальных инцидентов.

Ключевые слова: киберугрозы, ransomware, фишинг, атаки на цепочки поставок, кибербезопасность, социальная инженерия, вредоносное ПО.

ANALYSIS OF MODERN THREATS: RANSOMWARE, PHISHING, SUPPLY CHAIN ATTACKS

Temirsultanov D.M.
Grozny State Oil Technical University named after M.D. Millionishchikov

Abstract. In the context of rapid digital transformation, organizations face a growing number and complexity of cyber threats, necessitating a comprehensive approach to ensuring information security. This article analyzes current threats—ransomware attacks, phishing, and supply chain attacks. It examines the factors contributing to their destructive impact and proposes risk mitigation recommendations supported by statistical data and real-world incident examples.

Keywords: cyber threats, ransomware, phishing, supply chain attacks, cybersecurity, social engineering, malware.

Цифровизация бизнес-процессов сопровождается как появлением новых возможностей, так и ростом уязвимостей. Современные киберугрозы оказывают значительное влияние на экономическую стабильность, репутацию организаций и безопасность граждан [1]. По данным Positive Technologies, в 2023 году число ransomware-атак увеличилось на 30%, что привело к ущербу, оценённому в $20 млрд. Данная статья направлена на всестороннее

рассмотрение наиболее опасных угроз современности и анализ методов их противодействия.

Виды кибератак и методы противодействия им.

Ransomware-атаки представляют собой разновидность вредоносного программного обеспечения, шифрующего данные жертвы с последующим требованием выплаты выкупа для восстановления доступа. Современные реализации таких атак характеризуются высокой степенью организации, а злоумышленники используют схему двойного вымогательства, угрожая не только блокировкой доступа, но и утечкой конфиденциальной информации. Примером служит инцидент с инфраструктурой Colonial Pipeline в 2021 году, когда приостановка топливных поставок вынудила компанию выплатить компенсацию в размере $4,5 млн.

Факторы успешности ransomware-атак:

– Уязвимость критической инфраструктуры – широкое распространение устаревших программных продуктов и нерегулярное обновление систем создают благоприятные условия для реализации атак.

– Человеческий фактор – единичная ошибка, например, открытие вредоносного вложения в электронном сообщении, может стать точкой входа для злоумышленников.

Фишинг остаётся одним из наиболее распространённых методов киберпреступлений, при котором злоумышленники маскируются под доверенные источники для получения доступа к конфиденциальной информации. Пандемия COVID-19 способствовала резкому увеличению числа подобных атак, что подтверждается статистическими данными: по информации Verizon, 22% утечек данных обусловлены фишингом, а общий рост таких атак достиг 600%. Среди новых тенденций наблюдается развитие целевых атак (spear phishing), когда злоумышленники, анализируя открытые данные в социальных сетях, составляют персонализированные сообщения, а также применение инструментов искусственного интеллекта для создания грамотно составленных текстов, что усложняет процесс их идентификации [2–4].

Атаки на цепочки поставок нацелены на использование уязвимостей в программном обеспечении и оборудовании, предоставляемом сторонними поставщиками. Наиболее известным примером является инцидент с SolarWinds в 2020 году, когда через обновление ПО в системы множества компаний был внедрён вредоносный код. Такая схема атак обладает эффектом домино: компрометация одного поставщика может привести к значительным рискам для всех его клиентов, а сложность своевременного обнаружения угрозы увеличивает потенциальный ущерб.

Для минимизации последствий кибератак рекомендуется применять комплексный подход, включающий следующие меры:

- Обучение персонала – регулярное проведение тренингов по распознаванию фишинговых сообщений и методам социальной инженерии способствует снижению числа успешных атак.

- Организация резервного копирования – использование изолированных систем для хранения копий данных позволяет восстановить информационные активы без выплаты выкупа.

- Аудит цепочек поставок – требование соблюдения международных стандартов информационной безопасности (например, ISO 27001, NIST) от партнёров и проведение регулярных пентестов способствуют снижению рисков компрометации.

- Многоуровневая защита – интеграция антивирусных решений, межсетевых экранов, систем анализа поведения (UEBA) и SIEM-платформ обеспечивает комплексное обнаружение и нейтрализацию угроз.

- Оперативное применение обновлений и патчей – своевременное устранение выявленных уязвимостей минимизирует возможность их эксплуатации.

- Разработка плана реагирования на киберинциденты – чёткое распределение обязанностей и разработка сценариев для изоляции заражённых систем позволяют оперативно реагировать на инциденты [5].

Заключение. Комплексная природа современных киберугроз требует системного подхода к информационной безопасности, включающего технические, организационные и образовательные меры. Несмотря на развитие технологий и применение инструментов искусственного интеллекта для атаки, эффективная стратегия защиты остаётся возможной за счёт интеграции многоуровневых систем, регулярного аудита и обучения персонала. Дальнейшие исследования в данной области должны быть направлены на разработку инновационных методов защиты, способных обеспечить устойчивость организаций в условиях динамично меняющейся цифровой среды [6]. В результате проведенное исследования была разработана рекомендация по предотвращению и снижений последствий кибератак, в теории использование данной рекомендации в теории сможет снизить на 30%.

Источники

1. Руднев С.Г., Золкин А.Л., Артемьев Н.В., Тычков А.С. Экономическое значение кибербезопасности для предприятий в условиях цифровой трансформации // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 2, № 11(152). – С. 46-55. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.11.02.006.

2. Резниченко Л.С. Современные и перспективные угрозы информационной безопасности / Л.С. Резниченко // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". – 2023. – № 3. – С. 80-92.

3 Ибрагимов Ю.М. Эффекты кибератак на экономику: анализ угроз и меры предотвращения / Ю.М. Ибрагимов, А.А. Халидов, Ф.А. Каимова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 6, № 11(140). – С. 90-96. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2023.11.06.009.

4 Утегенов Нұрдәулет Бауржанұлы. Рост угроз кибербезопасности // Universum: технические науки. 2023. №7-1 (112). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rost-ugroz-kiberbezopasnosti (дата обращения: 21.02.2025).

5. Карпика Анатолий Григорьевич. Анализ рисков кибербезопасности в отношении объектов критической инфраструктуры // ЮП. 2022. №3 (102). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-riskov-kiberbezopasnosti-v-otnoshenii-obektov-kriticheskoy-infrastruktury (дата обращения: 19.02.2025).

6 Шанепесова С., Пенаева О., Джанмырадов М., Башиммырадов О. Риски кибератак на критическую инфраструктуру и методы их предотвращения // Символ науки. 2024. №11-1-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/riski-kiberatak-na-kriticheskuyu-infrastrukturu-i-metody-ih-predotvrascheniya (дата обращения: 18.02.2025).

УДК 004.056

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ TPM И HSM ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ POS-СИСТЕМ

Титов Вячеслав Михайлович, Назарова Ольга Борисовна
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
slava-titov173@yandex.ru, onazarova_21@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются технологии Trusted Platform Module (TPM) и Hardware Security Module (HSM) как ключевые решения для обеспечения информационной безопасности POS-систем. В материале представлен сравнительный анализ возможностей указанных технологий, описана их роль в защите от современных угроз информационной безопасности, а также рассмотрены практические рекомендации по внедрению TPM и HSM.

Ключевые слова: TPM, HSM, угрозы информационной безопасности, POS-системы, PCI DSS.

USE OF TPM AND HSM TECHNOLOGIES TO ENSURE INFORMATION SECURITY OF POS SYSTEMS

Vyacheslav M. Titov, Olga B. Nazarova
NMSTU, Magnitogorsk, Russia
slava-titov173@yandex.ru, onazarova_21@mail.ru

Аннотация. The article considers Trusted Platform Module (TPM) and Hardware Security Module (HSM) technologies as key solutions to ensure information security of POS-systems. The material presents a comparative analysis of the capabilities of these technologies, describes their role in protection against modern threats to information security, and also considers practical recommendations for the implementation of TPM and HSM.

Ключевые слова: TPM, HSM, information security threats, POS systems, PCI DSS.

В век информационных технологий POS-системы (от англ. «Point of Sale» – точка продажи) являются критически важными элементами инфраструктуры розничной торговли и сферы услуг. Они обрабатывают конфиденциальные данные, включая платежные реквизиты, персональную информацию клиентов и транзакционные записи. Но по мере развития цифровых технологий растет и уровень атак на платежные системы.

Среди наиболее распространенных угроз безопасности POS-систем можно выделить атаки вида Skimming (от англ. «to skim» – просматривать, снимать), когда злоумышленники получают доступ к конфиденциальным

данным через скомпрометированные терминалы путем считывания информации с магнитных полос и копирования ее на поддельные карты; RAM scraping (от англ. «Random Access Memory» – оперативная память, «scraping» – выскабливание), когда злоумышленники извлекают конфиденциальные данные из оперативной памяти терминалов с помощью вредоносных программ [1, 2]. Традиционные методы защиты зачастую оказываются недостаточно эффективными против указанных угроз, что делает необходимым внедрение надежных механизмов безопасности.

На первый план выходят криптографические решения – TPM (от англ. «Trusted Platform Module» – доверенный вычислительный модуль) и HSM (от англ. «Hardware Security Module» – аппаратный модуль безопасности). Данные технологии обеспечивают безопасное хранение криптографических ключей, аппаратную аутентификацию устройств и защиту от несанкционированного доступа на физическом уровне [3]. Их интеграция в POS-системы обеспечивает безопасность обработки платежей и соответствие международным стандартам, таким как PCI DSS (от англ. «Payment Card Industry Data Security Standard» – стандарт безопасности данных платёжных карт).

Целью данного исследования является комплексный анализ возможностей применения TPM и HSM технологий для защиты данных в POS-системах. Для достижения цели необходимо решить несколько важных задач. Первая задача заключается в изучении принципов работы и архитектурных особенностей как TPM, так и HSM модулей. Вторая задача направлена на сравнительный анализ функциональных возможностей TPM и HSM в контексте их применения в платежных терминалах. Третья задача направлена на разработку практических рекомендаций по оптимальному внедрению рассматриваемых технологий в различных типах POS-систем.

В рамках первой задачи были изучены принципы работы модулей. Так, TPM представляет собой специализированную микросхему, разработанную для обеспечения криптографических функций на аппаратном уровне [4]. Указанный компонент выполняет несколько ключевых функций в системе безопасности. Во-первых, отвечает за генерацию и безопасное хранение криптографических ключей, что исключает возможность их извлечения злоумышленниками. Во-вторых, обеспечивает проверку целостности программного обеспечения через протокол Secure Boot (с англ. – «безопасная загрузка»), предотвращая запуск несанкционированного кода.

HSM представляет собой более специализированное и мощное решение. Это криптографическое устройство предназначено для безопасного управления жизненным циклом цифровых ключей, а также выполнения криптографических операций и защиты транзакционных данных [5]. В отличие от TPM, который

обычно интегрируется в чипсет устройства, HSM чаще реализуется как отдельное аппаратное решение/

Важным отличием между технологиями является сфера их применения. В то время как TPM в основном ориентирован на защиту конкретного устройства, HSM чаще используется для защиты распределенных систем и критически важных транзакций. Например, в банковской сфере HSM применяются для защиты процессинговых центров, тогда как TPM чаще встречается в конечных POS-терминалах.

В рамках второй задачи исследования проведен сравнительный анализ функциональных возможностей TPM и HSM, который представлен в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ TPM и HSM

Критерий	TPM	HSM
Уровень защиты	Аппаратный, ограниченный	Высокий, специализированный
Применение в POS	Защита терминала	Защита транзакций и ключей
Стоимость	Низкая (интегрируется в чипсет)	Высокая (отдельное устройство)
Стандарты	ISO/IEC 11889	FIPS 140-2, PCI DSS

При анализе результатов сравнения, очевидно, что выбор между TPM и HSM зависит от конкретных требований POS-системы. Для небольших торговых точек с базовыми требованиями к безопасности может быть достаточно TPM, тогда как для крупных розничных сетей и банковских терминалов необходимо применение HSM [6].

На основе проведенного анализа, в рамках третьей задачи исследования можно сформулировать ряд рекомендаций по внедрению аппаратных средств защиты в POS-системы. Для обеспечения базового уровня защиты следует использовать TPM модули, которые обеспечивают целостность системы и безопасное хранение ключей. Указанный вариант отличается экономической эффективностью и простотой интеграции. Когда POS-система обрабатывает большие объемы чувствительных данных или работает в распределенной сети, необходимо рассматривать внедрение HSM [7]. Такие модули особенно важны для терминалов, которые могут принимать бесконтактные платежи и работать с токенизацией данных.

Оптимальным решением может стать комбинированный подход, когда TPM обеспечивает защиту самого терминала, а HSM отвечает за безопасность транзакций [8]. Важным аспектом внедрения является выбор производителя решений. На рынке представлены как специализированные компании в области криптографии (Thales, Gemalto), так и крупные IT-корпорации (Microsoft, IBM), предлагающие облачные HSM-решения. При выборе следует учитывать не

только стоимость, но и поддержку отраслевых стандартов, а также возможность интеграции с существующей POS-инфраструктурой.

Таким образом, была достигнута цель исследования, а именно проведен комплексный анализ возможностей применения TPM и HSM технологий для защиты данных в POS-системах. Были выполнены все поставленные задачи: проанализированы принципы работы TPM и HSM, проведен сравнительный анализ технологий и разработаны практические рекомендации по их внедрению. Результаты подтверждают, что сочетание TPM для защиты устройств и HSM для защиты транзакций представляет собой оптимальный подход к обеспечению информационной безопасности POS-систем в розничной торговле и сфере услуг.

Источники

1. Заражение POS-терминала [Электронный ресурс]. https://www.anti-malware.ru/threats/POS-hacking (дата обращения: 23.03.2025).

2. The Security Issues, Risks and Vulnerabilities of a POS System [Электронный ресурс]. https://www.posusa.com/security-issues-risks-and-vulnerabilities-of-a-pos-system/ (дата обращения: 24.03.2025).

3. What is the difference between HSM and TSM? [Электронный ресурс]. https://goteleport.com/blog/tpm-vs-hsm-difference/ (дата обращения: 25.03.2025).

4. Trusted Platform Modules (TPMs) — MCSI Library [Электронный ресурс]. https://mcsi-library.readthedocs.io/articles/2023/08/tpms.html (дата обращения: 26.03.2025).

5. What is a Hardware Security Module (HSM)? [Электронный ресурс]. https://www.yubico.com/resources/glossary/hardware-security-module/ (дата обращения: 27.03.2025).

6. Козлов Д.В. Современные методы защиты от мошеннических угроз при эксплуатации платёжных приложений // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии. 2017. С. 36–40.

7. Козлов Д.В., Садовникова Н.П., Дружинина Л.В., Петрова Д.В. Предотвращение мошенничества в системах электронных платежей на основе мониторинга и анализа событий в POS-сетях // International Journal of Open Information Technologies. 2017. №11. С. 15–20.

8. Пересыпкин И.П. Анализ подходов и требований к системе безопасности POS-сети // Известия ВолгГТУ. 2018. № 8. С. 109–112.

УДК 004.056

АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ

Трухманов Игорь Романович, Кудрявцева Юлия Александровна, Галушко Иван Витальевич
ФГК ВОУ ВО «ВАС» г. Санкт-Петербург, Россия
truhmanovigor@yandex.ru

Аннотация. В статье представлен алгоритм создания автоматизированных систем (АС) в защищённом исполнении, основанный на анализе нормативной документации и открытых литературных источников.

Ключевые слова: автоматизированная система, средства защиты информации, информационная безопасность.

AN ALGORITHM FOR CREATING AUTOMATED SYSTEMS IN A SECURE VERSION

Trukhmanov Igor Romanovich, Kudryavtseva Julia Alexandrovna, Golushko Ivan Vitalievich
VAS, St. Petersburg, Russia
truhmanovigor@yandex.ru

Abstract. The article presents an algorithm for creating automated systems (AS) in a secure design based on the analysis of regulatory documentation and open literary sources.

Keywords: automated system, information security tools, information security.

В современных условиях развития информационных технологий возрастает потребность в создании автоматизированных систем (АС) в защищенном исполнении для обработки информации ограниченного доступа. АС в защищенном исполнении представляет собой комплекс программно-технических средств, реализующих информационную технологию выполнения установленных функций с учетом требований стандартов и нормативных документов по защите информации [2]. Неотъемлемой частью такой системы является система защиты информации (СЗИ), которая обеспечивает защиту от несанкционированного доступа, утечки данных и других угроз [1].

Целью создания АС в защищенном исполнении является предотвращение или снижение ущерба (финансового, морального, экологического, социального и их сочетаний), наносимого владельцам системы и информации в результате реализации угроз информационной безопасности. Степень защищенности

информации напрямую зависит от точности и полноты выполнения всех этапов процесса создания АС [3].

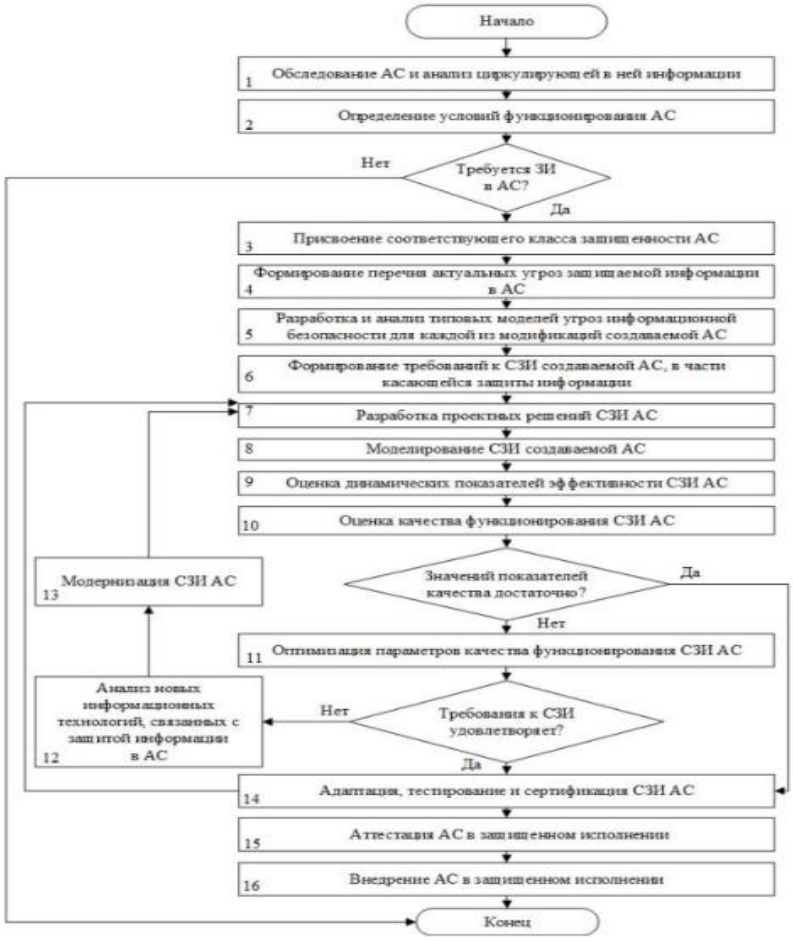


Рис. 1. Основные стадии (этапы) создания АС в защищенном исполнении

Этапы создания АС в защищенном исполнении. На основе анализа существующих подходов к созданию АС в защищенном исполнении был разработан поэтапный алгоритм:

1. Обследование АС и анализ циркулирующей в ней информации. На этом этапе проводится анализ целей создания АС, ее назначения, функций, условий функционирования и характера обрабатываемой информации. Определяется перечень информации, подлежащей защите, и оценивается целесообразность создания АС в защищенном исполнении.

2. Определение условий функционирования АС. Устанавливается порядок обработки информации в АС, степень участия пользователей различных категорий и утверждается список лиц, допущенных к работе в соответствии со своими служебными обязанностями. Устанавливаются полномочия доступа пользователей к защищаемым ресурсам АС. Изучаются возможности по взаимодействию с другими АС и подключение к информационно-телекоммуникационным сетям. По завершении данного этапа

принимается решение о необходимости разработки дополнительных средств ЗИ в АС.

3. Присвоение класса защищенности АС. На основе анализа условий обработки конфиденциальной информации выявляются признаки АС, которые сравниваются с классифицируемыми характеристиками для присвоения соответствующего класса защиты. Класс защищенности является основой для выбора организационных и технических мероприятий, обеспечивающих необходимый уровень защиты информации.

4. Формирование перечня актуальных угроз защищаемой информации. Проводится анализ потенциальных угроз безопасности информации, таких как несанкционированный доступ, воздействие на систему и утечка данных по техническим каналам. Оцениваются возможности нарушителя по реализации этих угроз.

5. Разработка моделей угроз информационной безопасности. Для каждой модификации АС создаются типовые модели угроз, включающие описание структурно-функциональных характеристик системы, перечень возможных угроз, способы их реализации (нарушение конфиденциальности, целостности, доступности информации) модель нарушителя и описание возможных уязвимостей АС.

6. Формирование требований к СЗИ. Требования включают в себя цели и задачи защиты информации, перечень защищаемых информационных ресурсов, функции СЗИ и меры доверия к ним, нормативные акты, регламентирующие требования. В зависимости от тактико-технических характеристик, создаваемой АС в защищенном исполнении формируются требования к параметру эффективность функционирования СЗИ.

7–16. Этапы разработки, тестирования и внедрения СЗИ. На последующих этапах осуществляется разработка проектных решений по защите информации, моделирование, оценка эффективности и качества функционирования, а также адаптация и сертификация системы. Завершающим этапом является внедрение АС в защищенном исполнении, включая обучение персонала и техническую поддержку.

Источники

1. ГОСТ Р 51583-2014. Защита информации. Автоматизированные системы. Требования по защите информации.

2. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы.

3. Смирнова К.Н. Безопасность автоматизированных систем. М.: Гелиос АРВ, 2007. 352 с.

УДК 004.056

ПРИМЕНЕНИЕ ALD PRO ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ РЕСУРСАМИ ДОМЕНА ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОС ASTRA LINUX

Умбеталиева Аделя Байбулсыновна, Ершов Алексей Сергеевич
Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А, г. Саратов, Россия
adelina.umbetalieva@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросу использования групповых политик для централизованного управления конфигурацией и обеспечения безопасности информационных систем. Описываются преимущества применения групповых политик в условиях импортозамещения и перехода от Microsoft Active Directory к отечественным решениям. Представлен обзор ALD Pro (Astra Linux Directory Pro) как перспективной альтернативы Active Directory, обеспечивающей сопоставимую функциональность, соответствие требованиям российского законодательства и стандартам безопасности. Рассматриваются ключевые особенности ALD Pro, включая поддержку Astra Linux, возможность конфигурации других ОС, автоматизацию настройки политик безопасности и соответствие требованиям ФСТЭК

Ключевые слова: групповые политики, ALD Pro, Active Directory, информационная безопасность, информационные системы, импортозамещение.

APPLICATION OF ALD PRO FOR CENTRALIZED ADMINISTRATION OF DOMAIN RESOURCES UNDER ASTRA LINUX OPERATING SYSTEM

Umbetalieva Adela Baibulsynovna, Ershov Alexey Sergeevich
Gagarin Y.A. Saratov State Technical University, Saratov, Russia
adelina.umbetalieva@yandex.ru

Annotation. The article is devoted to the issue of using group policies for centralized configuration management and security of information systems. It describes the advantages of using group policies in the conditions of import substitution and transition from Microsoft Active Directory to domestic solutions. The review of ALD Pro (Astra Linux Directory Pro) as a promising alternative to Active Directory providing comparable functionality, compliance with the requirements of the Russian legislation and security standards is presented. The key features of ALD Pro are considered, including support for Astra Linux, the ability to configure other operating systems, automation of security policy settings and compliance with FSTEC requirements.

Keywords: group policies, ALD Pro, Active Directory, information security, information systems, import substitution.

С ростом количества совершаемых киберпреступлений как на территории страны, так и во всем мире, все более актуальными становятся проблемы обеспечения безопасности информационных систем. Управление конфигурацией выходит на первый план среди задач современного администратора системы. Зачастую приходится сталкиваться со множеством проблем, связанных с настройкой систем, что может привести к несоответствию стандартам регуляторов, уязвимостям в безопасности или даже сбоям в работе всей системы. Одним из самых удобных и актуальных инструментов, помогающих справляться с этими вызовами, являются групповые политики [1].

Групповые политики (Group Policy) представляют собой совокупность параметров, которые могут быть применены к пользователям и устройствам в корпоративной сети на основе их принадлежности к определённым группам. Эти политики позволяют администраторам управлять настройками системы из единого центра, упрощая процесс конфигурации и сокращая вероятность возникновения неполадок.

Описывая преимущества использования такого подхода, нельзя не отметить, что использование групповых политик значительно сокращает время, необходимое для выполнения рутинных задач администратора. Единожды применив изменения к настроенным существующим политикам для всей группы пользователей, сотрудники отдела смогут избежать ручной настройки каждого отдельного хоста. В современных крупных компаниях, где зачастую на одного работника приходится по нескольку рабочих устройств, минимизация повторяющихся задач и оптимальное использование времени становится почти самым приоритетным вопросом.

Также, групповые политики играют неотъемлемую роль в обеспечении и поддержании безопасности информационных систем. Они позволяют централизованно управлять такими направлениями защиты, как настройки брандмауэра, политики антивирусной защиты и параметры доступа к ресурсам сети. Это способствует уменьшению вероятности возникновения угроз безопасности, поскольку все устройства будут следовать общим стандартам конфигурации, что делает их менее подверженными атакам [2].

Третьим преимуществом использования групповых политик является возможность мониторинга и аудита настроек. Администраторы могут отслеживать изменения, вносимые в политики, а также проверять соответствие текущих настроек требованиям безопасности, корпоративным стандартам и требованиям государственных регуляторов. Это позволяет выявлять проблемы

на ранней стадии, проводить анализ потенциальных рисков и своевременно вносить актуальные изменения в конфигурацию, позволяя поддерживать постоянную защиту системы от вредоносных воздействий.

Существует также возможность интеграции групповых политик с другими инструментами управления, такими как системы для централизованного управления и администрирования ИТ-инфраструктуры. Это позволяет ещё больше упростить и автоматизировать процессы настройки и управления корпоративной инфраструктурой.

Долгое время лидером на рынке современных и удобных ИТ-решений для управления конфигурацией информационной системы являлись продукты зарубежных компаний и, в частности, решения от Microsoft. MS Active Directory играл ключевую роль в организации сетевой инфраструктуры многих российских предприятий, обеспечивая её стабильность, безопасность и эффективность, позволяя обеспечить: упрощенное администрирование и консистентный доступ к данным благодаря централизованному хранению информации об IT-ресурсах; ролевое управление доступом и строгая аутентификация пользователей для повышения безопасности; централизованный контроль за использованием сетевых ресурсов; обеспечение отказоустойчивости и доступности сервисов за счет репликации данных; реализация комплексных политик безопасности для защиты сети [2].

Но в современных условиях возникла необходимость перехода российских предприятий от проприетарных решений, таких как Microsoft Active Directory, к отечественным аналогам, обеспечивающим сопоставимый уровень безопасности, удобства и эффективности управления ИТ-инфраструктурой. Сегодня на российском рынке представлены различные альтернативные продукты, как построенные на базе известных open-source решений FreeIPA и Samba DS (ALD Pro, РЕД АДМ, «Атом.ДОМЕН», «Альт Домен», Dynamic Directory, «Эллес»), так и разработанные полностью российскими компаниями, например, Avanpost DS. В дальнейшем мы сосредоточимся на рассмотрении одного из этих вариантов.

ALD Pro (Astra Linux Directory Pro), разработанная компанией Астра, позиционируется как замена Active Directory, сохраняющая лучшие практики системного администрирования и обеспечивающая централизованное управление правами доступа для ИТ-инфраструктур организаций различного масштаба. ALD Pro, основанная на FreeIPA, предоставляет функционал, аналогичный Active Directory, включая централизованную аутентификацию (MIT Kerberos), систему доменных имен (ISC Bind9), LDAP-каталог (389 Directory Server) и, особенно важно, механизм групповых политик [3].

ALD Pro создан для эффективного и безопасного управления инфраструктурой на базе Astra Linux. Благодаря сотням предустановленных

параметров групповых политик для этой ОС, администрирование упрощается и не требует написания скриптов. Начиная с версии 2.0 появилась возможность управлять устройствами с другими операционными системами через интуитивно понятный графический интерфейс, что делает интеграцию новых устройств в домен простой даже для администраторов, имеющих сравнительно небольшой опыт работы с Linux.

С учетом указа № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», устанавливающего запрет на использование иностранного ПО в КИИ с 2025 года, и общих рисков информационной безопасности, все российские компании, вне зависимости от степени занятости в стратегически важных для государства областях, столкнулись с необходимостью импортозамещения и соответствия требованиям ФСТЭК [4]. Это означает, что обеспечение безопасности становится критически важной задачей для всех, и в этой ситуации ALD Pro становится надежным решением, позволяющим не только соответствовать требованиям регуляторов, но и обеспечить эффективную защиту от киберугроз. ALD Pro, с 2021 года включенный в реестр отечественного программного обеспечения и проходящий процедуру сертификации в системе ФСТЭК России по 4-му уровню доверия и на соответствие техническим условиям, предоставляет широкий спектр функций для настройки операционных систем и реализации мер защиты информации.

ALD Pro позволяет настроить операционные системы в соответствии с требованиями безопасности, определенными ФСТЭК, в частности, реализуя меры защиты, такие как ИАФ.1, ИАФ.3, ИАФ.4, УПД.1, УПД.6, УПД.13, УПД.10, УПД.14, УПД.15, ОПС.1-4, РСБ.2-4, РСБ.6, РСБ.7, АНЗ.3, АНЗ.4, ОЦЛ.1, ОЦЛ.2, ОЦЛ.8, ЗИС.15, ЗИС.16, ЗИС.21 и др. Это делает ALD Pro стратегически важным решением для компаний, стремящихся обеспечить технологическую независимость и защитить свои информационные активы в условиях современных киберугроз. Выбирая ALD Pro, организации получают не только инструмент для соответствия требованиям регуляторов, но и надежную платформу для построения эффективной системы защиты информации [5].

В заключение, групповые политики играют незаменимую роль в современной IT-инфраструктуре, позволяя централизованно управлять конфигурацией, обеспечивать безопасность и автоматизировать рутинные задачи. В условиях стремления к технологической независимости российские предприятия сталкиваются с необходимостью перехода от решений Microsoft Active Directory к отечественным аналогам. ALD Pro, разработанный компанией Астра, представляет собой перспективную альтернативу,

сочетающую в себе функциональность, привычную для администраторов, с соответствием требованиям российского законодательства и стандартам безопасности. ALD Pro, основанный на FreeIPA, предоставляет возможности централизованной аутентификации, управления правами доступа и настройки политик безопасности, что позволяет организациям любого масштаба эффективно управлять своей IT-инфраструктурой. Благодаря поддержке Astra Linux и возможности конфигурации других ОС, ALD Pro обеспечивает гибкость и приспосабливаемость к различным потребностям предприятий [6]. При выборе ALD Pro, компании получают не просто инструмент для импортозамещения, а комплексное решение, обеспечивающее эффективное управление, безопасность и соответствие требованиям российского законодательства в области защиты информации.

Источники

1. ALD Pro. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: https://www.aldpro.ru/ (дата обращения: 15.03.2025).

2. База знаний ГК «Астра». [Электронный ресурс]. URL: https://wiki.astralinux.ru/kb/ald-pro-astra-domain-190915523.html (дата обращения: 15.03.2025).

3. Библиотека технической документации Microsoft Learn. [Электронный ресурс]. URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/previous-versions/windows/it-pro/windows-server-2003/cc782657(v=ws.10) (дата обращения: 17.03.2025).

4. Указ Президента РФ от 30 марта 2022 г. N 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/403784114/ (дата обращения: 20.03.2025).

5. Приказ ФСТЭК России от 18 февраля 2013 г. N 21 «Об утверждении Состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» [Электронный ресурс]. URL: https://fstec.ru/dokumenty/vse-dokumenty/prikazy/prikaz-fstek-rossii-ot-18-fevralya-2013-g-n-21 (дата обращения: 19.03.2025).

6. Приказ ФСТЭК России от 11 февраля 2013 г. N 17 «Об утверждении Требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах» [Электронный ресурс]. URL: https://fstec.ru/dokumenty/vse-dokumenty/prikazy/prikaz-fstek-rossii-ot-11-fevralya-2013-g-n-17 (дата обращения: 19.03.2025).

УДК 004.056

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ПРОЦЕССЫ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Фахриев Тимур Раилевич
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева– КАИ», г. Казань, Россия
nurrashkris@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние искусственного интеллекта, в частности крупных языковых моделей (LLM), на процесс разработки современного программного кода. Анализируются преимущества автоматизации написания программ, такие как ускорение разработки, облегчение рутинных задач и формирование новой парадигмы в командной работе. Отмечаются потенциальные риски, связанные с уязвимостями и безопасностью кода, генерируемого нейронными сетями. Предложены методы улучшения качества и надежности автоматически генерируемых программных решений, а также даны практические рекомендации по снижению рисков, включая многоэтапную проверку, статический анализ и применение принципов безопасной разработки.

Ключевые слова: искусственный интеллект, LLM, генеративный код, безопасность, уязвимости, кодогенерация, автоматизация, нейронные сети, машинное обучение, лучшие практики разработки.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESSES

Fakhriev Timur Railevich
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan, Russia
nurrashkris@gmail.com

Annotation. This article examines the impact of artificial intelligence, in particular large language models (LLM), on the development process of modern software code. The advantages of automating program writing are analyzed, such as speeding up development, facilitating routine tasks, and creating a new paradigm in teamwork. The potential risks associated with vulnerabilities and security of the code generated by neural networks are noted. Methods for improving the quality and reliability of automatically generated software solutions are proposed, as well as practical recommendations for reducing risks, including multi-stage verification, static analysis, and the application of safe development principles.

Keywords: artificial intelligence, LLM, generative code, security, vulnerabilities, code generation, automation, neural networks, machine learning, best development practices.

Современная разработка программного обеспечения активно трансформируется под влиянием технологий искусственного интеллекта (ИИ). Одним из наиболее значимых достижений последних лет стало создание крупных языковых моделей (Large Language Models, LLM), которые способны автоматически генерировать код на различных языках программирования, снижая нагрузку на разработчиков и ускоряя выполнение рутинных задач [1].

Тем не менее, наряду с преимуществами автоматизации, возникают и серьезные проблемы, связанные с безопасностью и качеством генерируемых решений. Искусственный интеллект не всегда учитывает контекст задачи и специфику прикладных областей, что может привести к появлению уязвимостей и логических ошибок в программном коде.

Цель данной статьи — проанализировать основные возможности и ограничения применения ИИ в кодогенерации, выявить ключевые риски и предложить методы их минимизации. Рассматриваются методы улучшения качества и надежности генерируемых решений, а также даны рекомендации по безопасному использованию ИИ-инструментов в процессе разработки.

Использование ИИ для генерации кода на данный момент широко практикуется в следующих сценариях [2]:

1. Автодополнение при написании кода в средах разработки (IDE).
2. Генерация шаблонов (boilerplate кода), тестов и документации.
3. Создание полноценных фрагментов кода по описанию на естественном языке (например, ChatGPT, Copilot).

Это значительно облегчает работу разработчикам, позволяя концентрироваться на логике и архитектуре приложения, а не на рутине. Однако генеративные модели не учитывают весь контекст проекта и не всегда корректно понимают бизнес-задачи.

Проблематика и ключевые вызовы:

1. Безопасность и уязвимости. Автоматическая генерация кода подвержена повышенному риску уязвимостей из-за отсутствия системы оценивания практик безопасного программирования на этапе генерации. Существует опасность, что модель предложит небезопасный алгоритм шифрования, небезопасную обработку пользовательских данных или неверную конфигурацию системы.

2. Отсутствие гарантий качества. AI-модель может выдавать код, выглядящий внешне корректно, но при этом не прошедший thorough тестирование, что увеличивает риск появления логических и структурных ошибок.

3. Этические и юридические аспекты. Лицензирование автоматически сгенерированного кода, вопросы авторских прав, а также ответственность при возникновении ошибок или проблем безопасности остаются открытыми. Разработчикам важно контролировать, что именно было сгенерировано и на каких данных обучалась модель.

4. Человеческий фактор. Разработчики могут чрезмерно полагаться на генеративные модели, снижая собственную экспертизу в области архитектуры и безопасной разработки. Существует риск «замещения» творческого и аналитического подхода механистической генерацией фрагментов без понимания сути.

Возможные пути решения:

1. Многоэтапная проверка и code review. Генерированный код должен проходить сквозной процесс ревью опытными разработчиками. Желательно на каждом этапе задействовать инструменты статического анализа, которые автоматически выявляют уязвимости и нарушения стиля.

2. Интеграция принципов безопасной разработки. Применение подхода «Security by Design» означает, что еще на стадии проектирования архитектуры кода должны закладываться механизмы защиты и соответствия стандартам безопасности. При обучении моделей или выборе готовых, необходимо учитывать и стремиться к сокращению источников потенциальных уязвимостей.

3. Использование специализированных датасетов. Для улучшения точности генерации необходимо обучать модели на качественных датасетах (например, наборы кода с проверенной безопасной реализацией), а также регулярно тестировать их на специально созданных «наборе уязвимостей» (bug bounty и open-source репозитории).

4. Регламентация использования и обучение разработчиков. Важно не только контролировать процесс генерации кода, но и обучать специалистов грамотному использованию таких инструментов. Внедрение внутренних регламентов в компаниях, описывающих, как правильно использовать AI-модели и проверять результаты, станет одним из способов снижения рисков.

Сравнение традиционного процесса разработки и разработки с использованием AI-моделей представлено в таблице 1.

Схема процесса использования AI в кодогенерации представлена на рис. 1.

Влияние искусственного интеллекта на процесс разработки современного программного кода носит двухсторонний характер. С одной стороны, AI-модели и методы машинного обучения открывают возможности для ускорения и упрощения рутинных задач, позволяя разработчикам сфокусироваться на более сложных аспектах архитектуры и логики. С другой — недостатки,

связанные с безопасностью и отсутствием глубокого понимания контекста, могут привести к появлению уязвимостей и недоработок.

Таблица 1. сравнение традиционного процесса разработки и разработки с использованием AI-моделей

Параметр	Традиционная разработка	Разработка с использованием Al
Скорость написания кода	Умеренная, зависит от опыта разработчика	Высокая, особенно для рутинных задач
Точность и безопасность	Зависит от квалификации, сложность требует ревью	Может содержать уязвимости; необходима многоэтапная проверка
Затраты на обучение	Высокие: нужно осваивать языки, фреймворки	Нужен базовый навык использования моделей и их контроля
Креативность	Высокая при наличии компетенций и опыта	Пассивно «подмешивается» креатив от модели, но требуется проверка на уместность
Трудозатраты на отладку	Сокращаются с ростом опыта и автоматизацией тестов	Могут вырасти из-за потенциальных скрытых ошибок модели

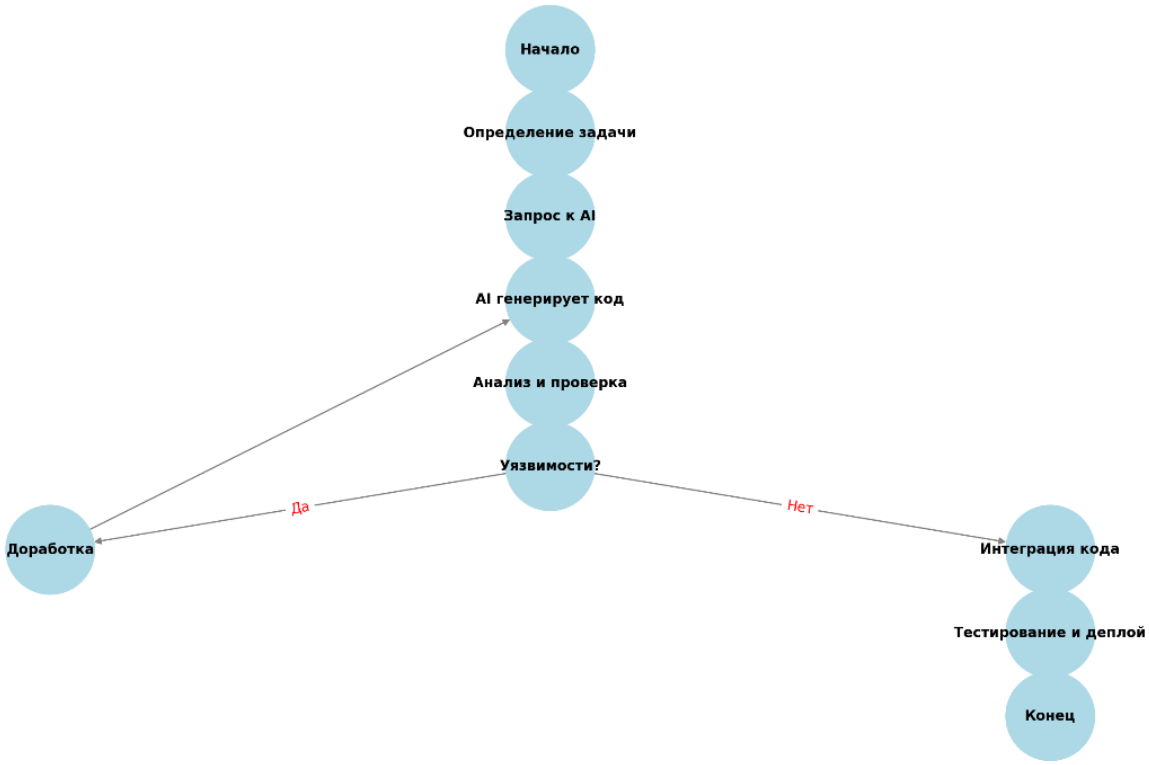


Рис. 1. Схема процесса использования AI в

Таким образом, ключевая задача при внедрении генеративных моделей в процесс разработки — найти баланс между автоматизацией и контролем качества, а также обеспечить комплексные меры по проверке и тестированию получаемого кода. Применяя статический анализ, код-ревью и обучая специалистов правильному использованию AI-инструментов, можно минимизировать риски и получать максимальную выгоду от синергии между разработчиками и искусственным интеллектом.

Источники

1. Гудков М.А. и др. Применение методов искусственного интеллекта в задачах обеспечения информационной безопасности // Современные информационные технологии. Теория и практика. – 2018. – С. 162-166.

2. Сазонов А.П. Использование ИИ в программировании // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 1. – №. 3 (120). – С. 46-52.

3. Скворцов Ю.В. Проблематика языка с расширяющимся синтаксисом // ТЕХНОЛОГИИ. – 2014. – С. 11.

УДК 004.056

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНСАМБЛЕВЫХ АЛГОРИТМОВ

Фахриев Тимур Раилевич
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева– КАИ», г. Казань, Россия
nurrashkris@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные методы противодействия кибератакам, в основе которых лежит использование технологий искусственного интеллекта. Проанализированы актуальные угрозы, связанные с автоматизацией и адаптивностью атак, а также предложены алгоритмические подходы для их обнаружения и нейтрализации. Особое внимание уделено синтезу традиционных методов кибербезопасности с инновационными решениями, основанными на машинном обучении и анализе аномалий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, кибербезопасность, атаки, методы противодействия, обнаружение аномалий, машинное обучение, алгоритмы анализа угроз.

METHODS FOR IMPROVING THE ACCURACY OF PREDICTIVE MODELS USING ENSEMBLE ALGORITHMS

Fakhriev Timur Railevich
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan, Russia
nurrashkris@gmail.com

Annotation. This article discusses modern methods of countering cyber-attacks based on the use of artificial intelligence technologies. The current threats related to automation and adaptability of attacks are analyzed, and algorithmic approaches for their detection and neutralization are proposed. Special attention is paid to the synthesis of traditional cybersecurity methods with innovative solutions based on machine learning and anomaly analysis.

Keywords: artificial intelligence, cybersecurity, attacks, counteraction methods, anomaly detection, machine learning, threat analysis algorithms.

Современные информационные системы становятся всё более уязвимыми перед кибератаками, которые активно используют достижения искусственного интеллекта для повышения эффективности своих атак. С развитием технологий наблюдается тенденция к использованию адаптивных, самообучающихся моделей, способных не только генерировать новые виды атак, но и обходить традиционные методы защиты. В связи с этим возникает необходимость

разработки методов, способных не только выявлять такие атаки, но и оперативно реагировать на них, используя преимущества ИИ для анализа и прогнозирования поведения злоумышленников [1].

Цель настоящего исследования заключается в разработке и анализе методов противодействия атакам, основанным на технологиях искусственного интеллекта, с акцентом на интеграцию традиционных методов кибербезопасности и современных алгоритмов машинного обучения.

Современные кибератаки характеризуются высокой степенью автоматизации, адаптивностью и использованием самобучающихся моделей, что затрудняет их обнаружение традиционными методами. Основные проблемы, выявляемые в данной сфере [2]:

1. Сложность выявления аномалий. Стандартные методы анализа затрудняются распознать новые паттерны атаки, генерируемые динамически.

2. Низкая адаптивность существующих систем. Традиционные системы безопасности не способны своевременно обновляться в условиях быстро меняющихся угроз.

3. Недостаточная интерпретируемость решений ИИ. Несмотря на высокую эффективность, модели ИИ часто действуют как «чёрный ящик», что усложняет анализ и коррекцию их работы.

Для противодействия вышеуказанным проблемам предлагается комплексный подход, включающий [3]:

1. Применение алгоритмов машинного обучения. Использование методов кластеризации, классификации и обнаружения аномалий для выявления подозрительных паттернов в сетевом трафике.

2. Ансамблевые методы. Сочетание нескольких моделей (например, баггинг, бустинг и стекинг) для повышения устойчивости системы к новым атакам.

3. Адаптивные системы мониторинга. Реализация динамических систем, способных самообучаться на новых данных и корректировать свои модели в режиме реального времени.

4. Формализация критериев аномальности. Разработка математических моделей для оценки степени аномальности, например, через пороговые значения вероятностных оценок.

Схема, описывающая основные этапы работы системы обнаружения и противодействия атакам представлен на рисунке 1 [4].

1. Получение данных. На первом этапе система собирает исходные данные, включающие сетевой трафик, журналы системных событий и иную информацию, полезную для анализа потенциальных угроз. От качества и полноты этих данных зависит эффективность всей последующей работы системы.

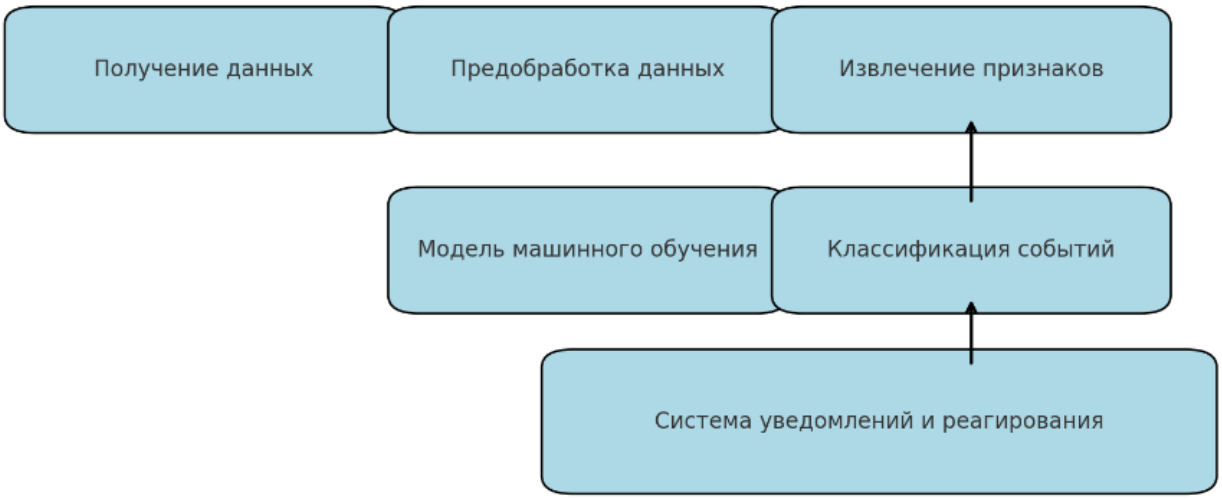


Рис. 1. Основные этапы работы системы обнаружения и противодействия атакам

2. Предобработка данных. Собранные данные проходят этап предварительной обработки: очистка от шума, удаление дубликатов, заполнение пропусков и нормализация признаков. Цель данного этапа — повысить качество и информативность данных, что существенно влияет на точность последующего анализа.

3. Извлечение признаков. На данном этапе формируются ключевые признаки, позволяющие идентифицировать потенциальные угрозы и аномалии. Используются методы отбора наиболее информативных характеристик данных, таких как частота запросов, распределение пакетов данных, временные и статистические параметры трафика.

4. Модель машинного обучения [5]. После извлечения признаков данные подаются на вход модели машинного обучения. В качестве формальной модели чаще всего используется логистическая регрессия следующего вида:

$$P(y = 1 \mid \mathbf{x}) = \frac{1}{1 + e^{-(\mathbf{w}^T\mathbf{x}+b)}} \quad (1)$$

где x — вектор признаков, w — вектор весов, b — смещение.

Кроме логистической регрессии могут использоваться и более сложные модели, например, методы опорных векторов (SVM), деревья решений, а также ансамблевые методы (баггинг, бустинг, стекинг), объединяющие несколько моделей для повышения точности классификации.

5. Классификация событий. На данном этапе обученная модель классифицирует поступающие события на нормальные и потенциально опасные (аномальные). События, классифицированные как подозрительные, передаются дальше для принятия оперативных мер реагирования.

6. Система уведомлений и реагирования. Завершающий этап — это система оперативного реагирования. При обнаружении аномальных событий система уведомляет сотрудников службы безопасности или автоматически предпринимает заранее предусмотренные меры по блокировке угрозы и минимизации потенциального ущерба.

Как показано ранее, для классификации инцидентов наиболее часто применяется логистическая регрессия, так как она предоставляет прозрачные и интерпретируемые результаты. Тем не менее, в практическом применении целесообразно использовать и другие методы: модели на основе деревьев решений или алгоритмы SVM, которые часто демонстрируют более высокую точность при работе с большим числом признаков. Ансамблевые подходы, такие как случайный лес или градиентный бустинг, позволяют дополнительно увеличить стабильность и устойчивость модели к изменяющимся атакам, обеспечивая надежность обнаружения угроз.

График зависимости точности модели (Accuracy) от количества используемых признаков представлен на рисунке 2. По горизонтальной оси (X) отражено количество признаков, включённых в модель машинного обучения, а по вертикальной оси (Y) — показатель точности, достигаемый моделью при классификации событий на нормальные и аномальные [6].

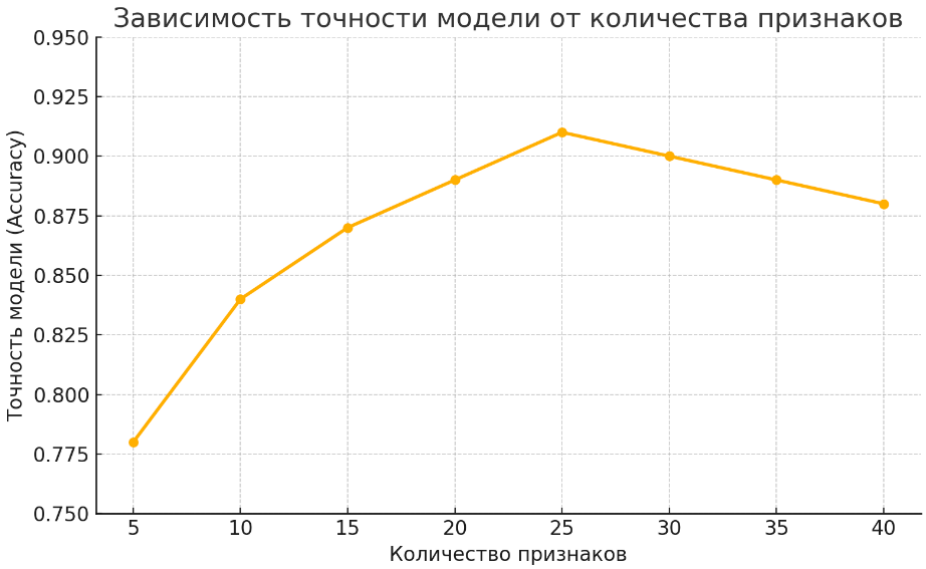


Рис. 2. Основные этапы работы системы обнаружения и противодействия атакам

График демонстрирует, что с увеличением числа признаков точность модели постепенно растёт, достигая максимума (около 91%) при использовании 25 признаков. Дальнейшее увеличение количества признаков не приводит к росту эффективности, напротив, наблюдается незначительное снижение точности, что может указывать на переобучение модели или включение в анализ избыточных данных.

Предложенные методы противодействия атакам с использованием искусственного интеллекта показали свою эффективность в условиях динамично меняющихся угроз. Сравнительный анализ различных алгоритмических подходов выявил, что интеграция традиционных систем безопасности с современными методами машинного обучения позволяет значительно повысить уровень защиты информационных систем. Однако остаётся ряд нерешённых вопросов, таких как интерпретируемость сложных моделей и адаптация к новым типам атак, что требует дальнейших исследований и разработки более гибких и самообучающихся систем.

Источники

1. Хаджаев С.И. Актуальность проблемы защиты информационных систем малого и среднего бизнеса от кибератак // Al-Farg'oniy avlodlari. – 2023. – Т. 1. – №. 4. – С. 212-217.

2. Каримов Д.М., Вахабжанова Ж.В. Актуальные проблемы и пути совершенствования информационной безопасности в современном обществе в Республике Узбекистан.

3. Кулагина И.И., Семикин Д.В., Семикина Ю.Г. Феномен кибератак: причины, последствия, способы противодействия (на примере зарубежного опыта) // Теория и практика общественного развития. – 2022. – №. 12 (178). – С. 51-56.

4. Мурадов А.Р. и др. Подход к обнаружению новых кибератак на киберфизические системы на основании метода обнаружения аномалий //Автоматизация в промышленности. – 2018. – №. 2. – С. 58-62.

5. Павличева Е.Н. и др. Комбинационная модель машинного обучения для анализа сетевого трафика в интересах защиты информации // Информационные системы и технологии. – 2021. – №. 1. – С. 109-118.

6. Горюнов М.Н., Мацкевич А.Г., Рыболовлев Д.А. Синтез модели машинного обучения для обнаружения компьютерных атак на основе набора данных CICIDS2017 // Труды Института системного программирования РАН. – 2020. – Т. 32. – №. 5. – С. 81-94.

УДК 004.42:338.2

ЗАЩИТА КОРПОРАТИВНЫХ ДАННЫХ: ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ И ИНСТРУМЕНТЫ

Хабибрахманова Аделина Альбертовна, Уразбахтина Лилия Равилевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
xabibraxmanova.adelina@mail.ru

Аннотация. В условиях стремительного развития цифровых технологий и роста числа кибератак защита корпоративных данных становится приоритетной задачей для российских компаний. Вопросы безопасности данных затрагивают не только крупные корпорации, но и малый и средний бизнес, сталкивающийся с новыми вызовами в эпоху цифровизации. В данной статье рассмотрены основные угрозы и вызовы, стоящие перед организациями, а также изучены практики и инструменты для защиты данных, примеры успешного опыта российских компаний.

Ключевые слова: кибербезопасность, риски, эффективность, защиты данных, информационные технологии.

CORPORATE DATA PROTECTION: BEST PRACTICES AND TOOLS

Khabibrakhmanova Adelina Albertovna, Urazbakhtina Liliya Ravilevna
KSPEU, Kazan, Russia
xabibraxmanova.adelina@mail.ru

Abstract. In the context of rapid development of digital technologies and the growth of cyberattacks, the protection of corporate data is becoming a priority for Russian companies. Data security issues affect not only large corporations, but also small and medium businesses facing new challenges in the era of digitalization. This article examines the main threats and challenges facing organizations, and also examines practices and tools for data protection, examples of successful experience of Russian companies.

Keywords: cybersecurity, risks, efficiency, data protection, information technology.

Российские предприятия сегодня сталкиваются с множеством угроз, направленных на хищение или повреждение данных, что представляет собой серьезный вызов для их безопасности. Одной из наиболее значительных проблем являются кибератаки. Россия занимает лидирующие позиции по числу таких атак, особенно когда речь идет о государственных учреждениях и коммерческих структурах. Киберпреступники используют все более изощренные методы, включая фишинг, социальную инженерию и эксплуатацию уязвимостей программного обеспечения. Эти атаки становятся все более сложными и трудными для обнаружения, что требует от компаний постоянного обновления своих мер защиты. Кроме того, утечки данных представляют собой

еще одну важную угрозу. Часто внутренние сотрудники становятся источниками утечек, и это происходит как по причине халатности, так и в результате умышленных действий. Исследования показывают, что до 60% случаев утечек данных происходят именно по вине работников компании.

Это подчеркивает необходимость не только технических мер защиты, но и обучения сотрудников основам кибербезопасности. [1].

Физическая угроза также не должна быть недооценена. Недостаточная охрана серверных помещений и IT-инфраструктуры создает дополнительные риски. Физическая кража оборудования или документов может привести к потере важных данных и нарушению работы компании. Поэтому обеспечение физической безопасности является неотъемлемой частью общей стратегии защиты информации. И наконец, законодательство в России также накладывает жесткие требования на защиту персональных данных и другой конфиденциальной информации. Например, ФЗ №152-ФЗ "О персональных данных" обязывает компании обеспечивать надежную защиту данных граждан. Это требует от организаций не только соблюдения законов, но и внедрения эффективных систем защиты для минимизации рисков утечек и кибератак.

Для успешной защиты корпоративных данных российские компании активно внедряют ряд проверенных методик и инструментов, обеспечивающих высокий уровень безопасности информации. Одним из основополагающих элементов этой защиты является шифрование данных. Использование современных алгоритмов, таких как AES-256, позволяет надежно защищать информацию как в состоянии покоя, так и при передаче. Ярким примером эффективного применения шифрования можно назвать Сбербанк, который активно использует эти технологии для защиты транзакций и клиентской информации, что значительно снижает риски утечек [2].

Еще одним критически важным аспектом безопасности является управление доступом к данным. В этом контексте модель Role-Based Access Control (RBAC) позволяет ограничивать доступ на основе ролей сотрудников, что минимизирует вероятность несанкционированного доступа к конфиденциальной информации. Например, компания "Газпром нефть" успешно внедрила систему управления доступом, основанную на ролевой модели, что позволило значительно сократить количество инцидентов, связанных с нарушением доступа к данным. Кроме того, многофакторная аутентификация (MFA) становится стандартом для многих организаций. В "Ростелеком" эта система помогает усилить защиту учетных записей сотрудников, добавляя дополнительные уровни безопасности [3].

Регулярное обновление программного обеспечения также играет ключевую роль в защите данных. Своевременное устранение уязвимостей позволяет предотвратить возможные атаки и эксплуатацию известных

слабостей. Крупные российские компании, такие как РЖД, придают значение этому аспекту, регулярно обновляя свой парк ПО и тем самым снижая риски.

Не менее важным является образование и осведомленность сотрудников в области информационной безопасности. Проведение образовательных программ и тренингов помогает повысить уровень осведомленности о киберугрозах и распознавании фишинговых атак. Например, компания "Лукойл" регулярно организует тренинги для своих сотрудников, что способствует формированию культуры безопасности внутри организации.

Мониторинг и аудит также занимают важное место в стратегии защиты данных. Системы мониторинга событий безопасности (SIEM) и инструменты для предотвращения утечек данных (DLP) стали неотъемлемой частью арсенала российских компаний. В МТС, например, используется SIEM-система для оперативного выявления и реагирования на киберинциденты, что позволяет быстро реагировать на угрозы.

Резервное копирование данных и разработка планов восстановления после аварийных ситуаций помогают минимизировать последствия инцидентов. Компания "Магнит", одна из крупнейших розничных сетей России [4], внедрила стратегию резервного копирования и восстановления данных, что позволило ей оперативно восстанавливаться после сбоев и сохранять непрерывность бизнеса.

Российский рынок предлагает широкий спектр инструментов для защиты данных, которые активно развиваются и адаптируются под специфические требования отечественных организаций. Одним из ключевых направлений в этой области является использование антивирусного программного обеспечения и межсетевых экранов. Продукты таких компаний, как "Лаборатория Касперского" и Dr.Web, занимают ведущие позиции на российском рынке антивирусного ПО. Эти решения обеспечивают надежную защиту от вирусов, вредоносного ПО и различных киберугроз, что особенно важно в условиях растущих рисков в цифровом пространстве. Межсетевые экраны от компании "ИнфоТеКС" также находят широкое применение в государственных структурах и крупных корпорациях, обеспечивая защиту сетевой инфраструктуры от несанкционированного доступа и атак [5].

Кроме того, инструменты для предотвращения утечек данных (DLP) становятся все более актуальными. В этом контексте отечественная разработка InfoWatch Traffic Monitor активно используется в государственных учреждениях и коммерческих организациях для мониторинга и контроля передачи информации, что позволяет минимизировать риски утечек конфиденциальных данных. Не менее важным аспектом защиты информации является шифрование данных. Компания "Код Безопасности" предлагает сертифицированные решения, соответствующие российским стандартам и требованиям ФСБ. Эти инструменты позволяют надежно защищать данные как в состоянии покоя, так

и при передаче, что критически важно для организаций, работающих с чувствительной информацией [6].

Мониторинг и анализ событий безопасности также играют ключевую роль в комплексной защите данных. SIEM-системы, такие как RuSIEM от российского разработчика R-Vision, используются для сбора и анализа информации о событиях безопасности в крупных компаниях и государственных организациях. Эти решения помогают оперативно выявлять и реагировать на инциденты, обеспечивая проактивный подход к управлению безопасностью. Кроме того, средства резервного копирования и восстановления данных становятся важной частью стратегии защиты информации. Решение Acronis Cyber Protect, разработанное российской компанией Acronis, получило признание за свои возможности резервного копирования и восстановления данных. Это решение позволяет организациям быстро восстанавливаться после инцидентов, минимизируя потери информации и время простоя.

Источники

1. Кадровая безопасность в системе экономической безопасности [Электронный ресурс]. URL: https://vectoreconomy.ru/images/publications/2024/5/economicsmanagement/ Zagrebina_Kotanjyan_Golovkova.pdf (дата обращения: 25.03.2025).
2. Фролов А.В., Дымченко Ю.В., Верещагина Е.А. Защита облачных корпоративных данных / А.В. Фролов, Ю.В Дымченко, Е.А. Верещагина // Промышленные АСУ и контроллеры. 2023. №3. С. 37-40.
3. Рамазанова А.М. Влияние правового регулирования на развитие инновационных технологий в условиях глобализации и цифровой экономики / А.М. Рамазанова // Вопросы российского и международного права. 2024. Т. 14. № 5А. С. 202-211.
4. "Лаборатория Касперского": Отчет о кибербезопасности в России. [Электронный ресурс]. URL: https://pro32.com/ru/home/pro32antivirus/?utm_source=ndirect&utm_medium=cpc&utm_campaign=117885657&utm_term=kaspersky&utm_content=16917385278%7C54386418509%7Cgeotarget=rf%7Cmethodtarget=key&yclid=13710627888167649279 (дата обращения: 25.03.2025).
5. Отчет InfoWatch о состоянии информационной безопасности в России [Электронный ресурс]. URL: https://www.infowatch.ru/analytics/analitika (дата обращения: 25.03.2025).
6. Ткаченко Е.В. Кадровая безопасность в системе энергетической безопасности организации / Е.В. Ткаченко // Россия в мировом пространстве: точки экономического роста в современных условиях. Серия: Факультет экономики. 2023. № 5. С. 243–245.

УДК 004.056

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБНАРУЖЕНИЯ УЯЗВИМОСТЕЙ В ГЕНЕРАТИВНОМ ПРОГРАММНОМ КОДЕ

Хакимов Рияз Ринатович, Тумбинская Марина Владимировна
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева– КАИ», г. Казань, Россия
riashakimovgq@gmail.com, tumbinskaya@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматривается минимизация угроз информационной безопасности при автоматизированной разработке программного обеспечения, методы анализа, включая статический, динамический и машинное обучение. Выявлены проблемы качества и безопасности сгенерированного программного кода. Предложено программное обеспечение автоматизированного обнаружения уязвимостей в генеративном программном коде.

Ключевые слова: генеративный код, информационная безопасность, уязвимости, статический анализ, динамический анализ, цифровой помощник.

SOFTWARE FOR DETECTING VULNERABILITIES IN GENERATIVE SOFTWARE CODE

Hakimov Riyaz Rinatovich, Tumbinskaya Marina Vladimirovna
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan, Russia
riashakimovgq@gmail.com, tumbinskaya@inbox.ru

Annotation. The article discusses the minimization of information security threats in automated software development, analysis methods, including static, dynamic and machine learning. The problems of quality and security of the generated program code are identified. Software for automated detection of vulnerabilities in generative program code is proposed.

Keywords: generative code, security, vulnerabilities, AI, LM, machine learning, static analysis, dynamic analysis, code generation, neural network architecture, code optimization.

Автоматизация процессов программирования средствами языковых нейросетевых моделей кода представляет собой актуальную задачу в области разработки программного обеспечения. Современные инструменты, такие как GitHub Copilot и OpenAI Codex, способны генерировать фрагменты программного кода на основе описаний, сформулированных на естественном языке, выступая в качестве цифровых помощников для разработчиков [1].

Генеративные модели такие как GPT, Codex, CodeWhisperer и AlphaCode, обучены на больших данных исходного кода и текстовых описаний, что позволяет им генерировать программный код или создавать функциональные блоки на различных языках программирования [2].

Однако, сгенерированный программный код может содержать логические ошибки, отклонения от стилевых стандартов, уязвимости безопасности и т.п. В связи с этим возрастает актуальность разработки эффективных методов анализа и верификации кода, сгенерированного цифровыми помощниками, для повышения уровня информационной безопасности, обеспечения его корректности и надежности для последующей его интеграции в программные продукты [3-5]. Анализ программного кода делится на статический (без исполнения программы) и динамический (с исполнением), а в последнее время дополняется методами машинного обучения. Рассмотрим особенности генеративного программного кода, на предмет обнаружения уязвимостей.

Статический анализ исследует исходный код без его выполнения. Инструменты, такие как линтеры, анализаторы потока данных и специализированные системы (SonarQube, PVS-Studio, ESLint, Flake8, CodeQL, Semgrep) [7–9], выявляют ошибки, уязвимости и отклонения от стандартов. Данный способ эффективен для обнаружения уязвимостей, но подвержен ложным срабатываниям, когда корректный код ошибочно помечается как проблемный.

Динамический анализ предполагает выполнение кода для наблюдения за его поведением. Методы включают тестирование, отладку, профилирование и фаззинг. Для сгенерированного кода динамический анализ позволяет выявить скрытые ошибки и оценить производительность. Однако динамический анализ требует тщательной подготовки тестов и не гарантирует полного покрытия всех сценариев. Также существует риск выполнения небезопасного кода в неподготовленной среде.

Анализ с использованием машинного обучения дополняет традиционные методы. Нейросетевые модели выявляют сложные паттерны ошибок, такие как утечки памяти или XSS-уязвимости, но для их обучения требуются большие объемы размеченных данных. Нейросетевые модели активно развиваются и могут быть более точными для анализа сгенерированного программного кода.

На основе анализа литературных источников [8–13] определены основные параметры качества сгенерированного программного кода:

1. Уязвимости безопасности - сгенерированный программный код содержит уязвимости, классифицируемые по CWE (Common Weakness Enumeration):

– OS Command Injection (CWE-78): выполнение системных команд из внешнего ввода.

SQL-инъекции (CWE-89): включение несанитизированных пользовательских данных в SQL-запросы.

Path Traversal (CWE-22): некорректная обработка путей, позволяющая доступ к «чужим» директориям.

2. Неэффективный код – снижение производительности и неоптимизированный код обусловлены наличием неэффективных алгоритмических решений, избыточных вычислительных операций и нерациональным использованием системных ресурсов, что приводит к снижению временных и пространственных характеристик выполнения программы. Основными причинами таких проблем являются:

– Применение неэффективных алгоритмов с высокой вычислительной сложностью.

– Использование избыточных или излишне вложенных циклов, увеличивающих временные затраты.

– Неоптимальные вызовы функций, приводящие к накладным расходам на выполнение.

– Избыточное использование памяти, включая дублирование данных и неэффективное управление ресурсами.

3. Нарушение правил и паттернов разработки программного кода – нарушение установленных правил и паттернов разработки программного кода проявляется в отклонениях от стилевых стандартов, использовании нерекомендуемых практик и внедрении анти-паттернов, что негативно влияет на читаемость, поддерживаемость и надежность программного продукта. Основными причинами таких нарушений являются:

– Наличие избыточных комментариев, не несущих смысловой нагрузки.

– Применение устаревших синтаксических конструкций, не соответствующих современным стандартам языка.

Формирование длинных функций с высокой цикломатической сложностью, а также дублирование кода, что приводит к снижению модульности и увеличению затрат на поддержку.

4. Логические и функциональные ошибки – программный код может не соответствовать предъявляемым требованиям или содержать логические ошибки, такие как:

– Ошибки в граничных условиях.

– Некорректная инициализация структур данных, приводящая к неопределенному поведению программы.

– Неполный учет возможных ветвлений и условий, что нарушает корректность выполнения алгоритма.

Создание псевдофункциональных решений, которые имитируют работоспособность, но не обеспечивают ожидаемого результата.

Данные параметры заложены в основу программного обеспечения по автоматизированному обнаружению уязвимостей в генеративном программном коде. Программное обеспечение работает по следующему алгоритму: на вход подается сгенерированный код, который последовательно анализируется с использованием статических методов для выявления синтаксических ошибок и уязвимостей. Далее применяется динамический анализ, включающий выполнение кода в изолированной среде для тестирования его функциональности, производительности и выявления скрытых ошибок. Дополнительно разработана нейросетевая модель для обнаружения сложных паттернов ошибок и уязвимостей, которые трудно выявить традиционными методами. Результаты анализа представляются в виде отчета с указанием участков кода, рекомендациями по их устранению и оценкой общего уровня качества. Программное обеспечение позволит повысить качество, безопасность и эффективность сгенерированного кода, снижая риски и затраты, связанные с его использованием в реальных проектах [12–14].

Анализ качества и безопасности программного кода, сгенерированного с использованием современных цифровых помощников, выявил ряд значительных проблем, включая уязвимости безопасности, снижение производительности, нарушение стандартов кодирования и логические ошибки. Для минимизации рисков информационной безопасности и повышения надежности сгенерированного программного кода необходимо комбинировать различные методы анализа, включая статический и динамический анализ, а также активно внедрять подходы на основе машинного обучения.

Источники

1. Комаров А.Э., Шикалов Д.Д. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения в процессе разработки программного обеспечения // Моя профессиональная карьера. 2025. Т. 1. № 68. С. 45-50.

2. Тумбинская М.В. Защита информации в социальных сетях от социоинженерных атак злоумышленника // Прикладная информатика. 2017. Т. 12. № 3 (69). С. 88-102.

3. Оськин Д.А., Громашева О.С., Дьяченко М.Е. Модельно-ориентированный подход для автоматизации генерации программного с-кода для встраиваемых систем из модели MATLAB/Simulink // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – №. 10. – С. 92-97.

4. Доможиров А.И. Анализ и прогнозирование уязвимостей с помощью искусственного интеллекта (ИИ) и больших языковых моделей (LLMS) // Системный администратор. 2024. № 1-2 (254-255). С. 142-144.

5. Аветисян А. И., Белеванцев А. А., Чукляев И. И. Технологии статического и динамического анализа уязвимостей программного обеспечения //Вопросы кибербезопасности. – 2014. – №. 3 (4). – С. 20-28.

6. Тумбинская М.В., Галиев Р.А. Идентификация фейк-новостей с помощью веб-ресурса на основе нейронных сетей // Программные продукты и системы. 2023. № 4. С. 590-599.

7. Бевзенко С. А. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в разработке программного обеспечения //Инновации и инвестиции. – 2023. – №. 8. – С. 187-191.

8. Тумбинская М.В. Информационная поддержка при обеспечении защищенности систем интернет-банкинга // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. № 15 (300). С. 48-58.

9. Sharipov R., Tumbinskaya M., Abzalov A. Analysis of users' keyboard handwriting based on gaussian reference signals. В сборнике: Proceedings - 2019 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2019. 2019. С. 8867753.

10. Тумбинская М.В., Асадуллин Н.Ф., Муртазин Р.Р. Моделирование аутентификации пользователей по динамике нажатий клавиш в промышленных автоматизированных системах // Программные продукты и системы. 2020. № 2. С. 266-275.

11. Николаева А.Б., Тумбинская М.В. Киберпреступность: история развития, проблемы практики расследования. В сборнике: ТРУДЫ SORUCOM-2014. Третья Международная конференция Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР: история и перспективы. 2014. С. 259-264.

12. Кормильцев Н.В., Уваров А.Д., Хаматнуров И.И., Тумбинская М.В. Анализ защищенности системы безопасности LTE-A от направленного воздействия DOS-атак // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2019. Т. 15. № 2 (371). С. 376-392.

13. Мухаматханов Р.М., Михайлов А.А., Баянов Б.И., Тумбинская М.В. Классификация DDOS-атак на основе нейросетевой модели // Прикладная информатика. 2019. Т. 14. № 1 (79). С. 96-103.

14. Тумбинская М.В. Обеспечение защиты от нежелательной информации в социальных сетях // Вестник Мордовского университета. 2017. Т. 27. № 2. С. 264-288.

УДК 004.056

АНАЛИЗ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ КОДА

Хакимов Рияз Ринатович, Тумбинская Марина Владимировна
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева– КАИ», г. Казань, Россия
riashakimovgq@gmail.com, tumbinskaya@inbox.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются потенциальные угрозы безопасности, связанные с использованием генеративных моделей для создания программного кода. Описаны основные уязвимости, возникающие при автоматической генерации кода нейронными сетями. Особое внимание уделено способности LLM (Large Language Models) генерировать уязвимый код и рассмотрены методы машинного обучения для предсказания и выявления таких уязвимостей.

Ключевые слова: генеративный код, безопасность, уязвимости, AI, LLM, машинное обучение, кодогенерация, автоматизация, нейронные сети.

ANALYSIS OF THREATS TO INFORMATION SECURITY OF SOFTWARE DURING AUTOMATIC CODE GENERATION

Hakimov Riyaz Rinatovich, Tumbinskaya Marina Vladimirovna
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan, Russia
riashakimovgq@gmail.com, tumbinskaya@inbox.ru

Annotation. This paper examines the potential security threats associated with the use of generative models for writing software code. The main vulnerabilities that occur during automatic code generation by neural networks are described, as well as the reasons why models do not always comply with best security practices. Special attention is paid to the ability of LLM (Large Language Models) to generate vulnerable code and machine learning methods for predicting and identifying such vulnerabilities are considered.

Keywords: generative code, security, vulnerabilities, AI, LM, machine learning, code generation, vulnerability prediction, automation, neural networks.

Применение больших языковых моделей (LLM) в сфере разработки программного обеспечения открывает новые перспективы для автоматизации и ускорения процессов создания кода. Однако наряду с преимуществами, такие технологии сопряжены с существенными рисками, связанными с

безопасностью и надежностью генерируемых решений. На первый взгляд, автоматически сгенерированный код может казаться корректным и функциональным, что упрощает процесс прототипирования и снижает временные затраты разработчиков. Тем не менее, скрытые уязвимости, обусловленные недостаточным учетом контекста задачи или использованием устаревших библиотек, упомянутых в обучающих данных, могут проявиться в процессе эксплуатации [1–3].

Одной из ключевых проблем является статический характер генерации кода. Языковые модели, основываясь на вероятностных оценках наиболее распространённых паттернов, могут воспроизводить решения, содержащие критические ошибки безопасности. Например, часто наблюдается некорректная обработка пользовательского ввода, что повышает риск возникновения уязвимостей, таких как SQL-инъекции или внедрение вредоносных конструкций. Отсутствие встроенных механизмов валидации в моделях приводит к тому, что сгенерированный код не проходит автоматическую проверку на этапе вывода, что вынуждает разработчиков полагаться на сторонние инструменты статического анализа [4].

Дополнительную опасность представляет возможность воспроизведения моделями фрагментов кода из публичных репозиториев, где могли использоваться небезопасные практики или устаревшие криптографические алгоритмы. Такие фрагменты воспринимаются моделью как допустимые, поскольку они статистически часто встречались в обучающих данных. В результате в проекты могут быть интегрированы уязвимости, которые могут быть эксплуатированы злоумышленниками для компрометации данных или внедрения вредоносного кода.

Ещё одной причиной небезопасного кода является ограниченное понимание моделями бизнес-логики и архитектуры приложения. Фрагментарный подход к генерации кода зачастую приводит к конфликтам между модулями и несовместимости версий библиотек. Даже если отдельные блоки кода кажутся корректными, их совокупность может создавать непредвиденные уязвимости. Для минимизации таких рисков рекомендуется использовать инструменты статического анализа кода (SAST), которые автоматически выявляют паттерны, указывающие на небезопасные практики [5].

Несмотря на указанные проблемы, потенциал внедрения генеративных моделей в процессы разработки программного обеспечения остается значительным. При условии грамотной интеграции в существующие пайплайны разработки, такие технологии способны существенно повысить продуктивность команд. Однако для обеспечения безопасности и надежности необходимо внедрение сквозных проверок и обязательного ручного

тестирования, где опытные специалисты могут учитывать и устранять уязвимости, не выявленные автоматическими системами анализа [6–7].

На практике проводятся эксперименты, направленные на анализ качества кода, генерируемого большими языковыми моделями (LLM), в реальных сценариях использования. Для этого разрабатывается набор тестовых заданий, охватывающих различные аспекты разработки программного обеспечения – от базовых операций, таких как подключение к базам данных, до более сложных задач, включая реализацию криптографических функций. Сгенерированные фрагменты кода подвергаются комплексному анализу с использованием инструментов статического и динамического тестирования. Это позволяет выявить частоту возникновения типовых уязвимостей, таких как SQL-инъекции, некорректное управление ресурсами и другие нарушения принципов безопасного кодирования. Если в ходе эксперимента выявляется, что модель стабильно генерирует код, игнорирующий базовые принципы безопасности (например, отсутствие валидации пользовательского ввода), это указывает на необходимость доработки модели. Такая доработка может включать расширение обучающей выборки с акцентом на защиту информации. На основе собранных статистических данных о количестве пропущенных уязвимостей возможно разработать меры по снижению рисков. Одним из перспективных направлений является интеграция более совершенных алгоритмов, способных эффективно выявлять и устранять небезопасные паттерны в генерируемом коде.

Для повышения практической применимости результатов исследования целесообразно разработать прототип плагина для интегрированных сред разработки (IDE), который будет анализировать предложения модели в реальном времени. Сопровождение такого инструмента аналитикой об ошибках 1 и 2 рода позволит непрерывно улучшать его точность и минимизировать вероятность пропуска критических уязвимостей.

Анализ угроз представлен в таблице 1. Количество обнаруженных уязвимостей по категориям представлена на рис. 1.

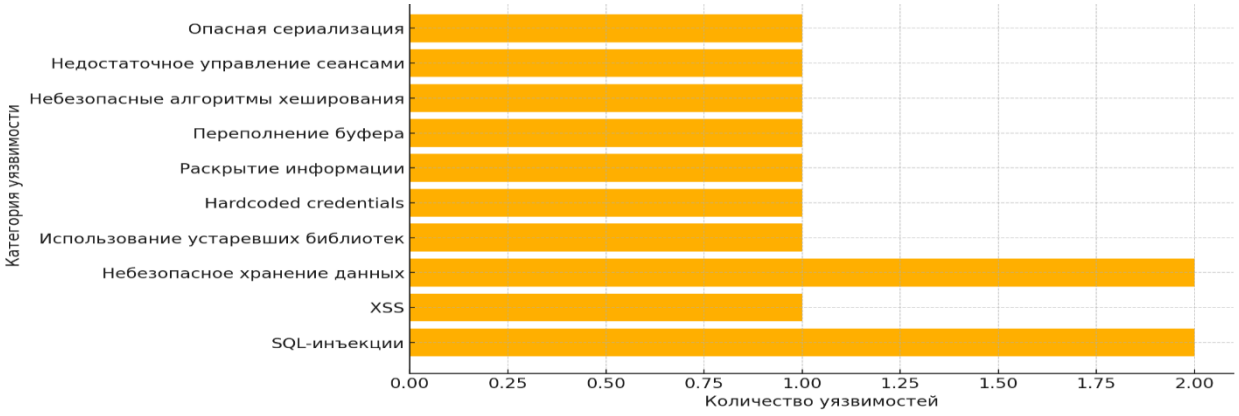


Рис.1. Количество обнаруженных уязвимостей по категориям

Таблица 1. Анализ уязвимостей

№	Название задачи	Язык программирования	Найденные уязвимости	Описание последствий
1	Обработка формы входа в систему	Python	XSS, SQL-инъекция	Возможность кражи данных через внедрение скриптов
2	Подключение к БД	JavaScript	SQL-инъекция	Возможность получения несанкционированного доступа к базе
3	Использование устаревших библиотек	Java, Python, JavaScript	Использование уязвимых версий	Эксплуатация известных уязвимостей
4	Аутентификация пользователя	Python	Небезопасное хранение пароля	Уязвимость перед атаками на учетные данные
5	Жестко заданные учетные данные в коде	Python, JavaScript	Hardcoded credentials	Утечка паролей и ключей API
6	Отсутствие обработки ошибок	Python, Java, C++	Раскрытие информации через исключения	Потенциальное раскрытие конфиден-циальных данных
7	Небезопасное управление памятью	C, C++	Переполнение буфера	Атаки переполнения буфера
8	Использование небезопасных алгоритмов хеширования	Python, Java	Использование MD5, SHA-1	Высокий риск взлома пароля
9	Недостаточное управление сеансами	Python, JavaScript	Утечка токенов, фиксация сеанса	Захват сеанса пользователя

Результаты работы позволяют сделать вывод о том, что автоматическая генерация кода с использованием больших языковых моделей (LLM) обладает значительным потенциалом, однако сопряжена с рисками информационной безопасности и надёжностью генерируемых решений. Анализ показал, что при отсутствии должного контроля и дополнительных механизмов проверки, система может продуцировать код, содержащий распространённые уязвимости, такие как SQL-инъекции, некорректная конфигурация криптографических алгоритмов и другие нарушения принципов безопасного программирования. Даже при использовании передовых алгоритмов машинного обучения, статистическая природа моделей и ограниченность тренировочных данных могут приводить к воспроизведению небезопасных паттернов, которые остаются незамеченными пользователями.

Источники

1. Тумбинская М.В. Модель защищенной информационной системы интернет-банкинга // Прикладная информатика. 2015. Т. 10. № 5 (59). С. 62-72.

2. Тумбинская М.В., Сафиуллина А.М. Программное обеспечение оценивания тестовых заданий для выявления компетенций кадрового резерва с элементами защиты информации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. Т. 8. № 35 (176). С. 42-47.

3. Азарнова Т. В., Полухин П. В. Исследование процесса фаззинга SQL-инъекций веб-приложений на основе динамической сети Байеса //Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2014. – №. 1. – С. 120-129.

4. Акилов М. В. и др. Разработка комплексной методики обнаружения уязвимостей web-приложений с использованием статического и интерактивного тестирования //Региональная информатика и информационная безопасность. – 2021. – С. 346-349.

5. Мухаматханов Р.М., Михайлов А.А., Баянов Б.И., Тумбинская М.В. Классификация ddos-атак на основе нейросетевой модели // Прикладная информатика. 2019. Т. 14. № 1 (79). С. 96-103.

6. Тумбинская М.В., Хаерова Э.И., Гатауллин Б.И. Виртуальный тренажер по обработке конфиденциальной информации на физических носителях // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2024. Т. 21. № 8 (242). С. 49-55.

7. Бармина С.С., Таджибаева Ф.М., Тумбинская М.В. Корреляционный анализ и прогнозирование SYN-флуд атак // Прикладная информатика. 2018. Т. 13. № 4 (76). С. 93-102.

УДК 004.056

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ГЕНЕРАТИВНОГО ПРОГРАММНОГО КОДА

Хакимов Рияз Ринатович
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева– КАИ», г. Казань, Россия
riashakimovgq@gmail.com

Аннотация. В статье представлен анализ качества и безопасности программного кода. Рассмотрены показатели качества сгенерированного программного обеспечения, определены основные группы показателей качества сгенерированного программного обеспечения, которые заложены в основу программного обеспечения по автоматизированному обнаружению уязвимостей в генеративном программном коде.

Ключевые слова: качество кода, безопасность программного обеспечения, статический анализ, динамический анализ, уязвимости, SQL-инъекции, XSS, CSRF, шифрование данных, контроль доступа.

QUALITY AND SAFETY ANALYSIS OF GENERATIVE SOFTWARE CODE

Hakimov Riyaz Rinatovich
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan, Russia
riashakimovgq@gmail.com

Annotation. The article presents an analysis of the quality and security of the program code. The quality indicators of the generated software are considered, and the main groups of quality indicators of the generated software are identified, which form the basis of software for automated vulnerability detection in generative software code.

Keywords: code quality, software security, static analysis, dynamic analysis, vulnerabilities, SQL injection, XSS, CSRF, data encryption, access control.

Качество и безопасность программного обеспечения играют важную роль в современном мире, поскольку информационные технологии применяются практически во всех областях жизни. Недостатки в программном коде могут привести к финансовым потерям, утечке данных и репутационному ущербу [1-2]. В связи с этим возникает необходимость проведения системного анализа, позволяющего выявить и устранить проблемы качества и безопасности на

ранних этапах разработки. Это способствует снижению затрат на сопровождение и предотвращению возможных инцидентов.

Качество программного кода определяется рядом параметров, среди которых наибольшее значение имеют читаемость, единый стиль оформления, наличие актуальной документации и грамотная обработка исключений. Высокая читаемость обеспечивает сокращение времени на поддержку и модернизацию приложений. Документация и комментарии, соответствующие коду, позволяют быстро включаться в проект новым разработчикам и минимизируют риск ошибок при сопровождении. Обработка исключений позволяет системе устойчиво функционировать в случае возникновения непредвиденных ситуаций, таких как ошибки ввода данных или сбои оборудования.

Не менее важными параметрами качества кода являются отсутствие повторяющихся и неиспользуемых участков («мёртвого» кода), применение именованных констант вместо «магических» чисел, а также минимизация использования глобальных переменных. Применение данных принципов существенно упрощает поддержку программного обеспечения, снижая вероятность возникновения дефектов.

Оптимизация использования памяти и ресурсов также имеет большое значение. Эффективное управление памятью позволяет избежать её утечек и повышает общую производительность системы. Важной составляющей является грамотное логирование, позволяющее оперативно выявлять ошибки и проводить мониторинг работы приложений. Тестируемость и гибкость архитектуры способствуют более эффективному развитию и модернизации программного обеспечения. Использование современных инструментов статического анализа (например, SonarQube) позволяет автоматически выявлять недостатки и предлагать рекомендации по улучшению качества [3-9].

Безопасность кода связана с защитой приложений от множества распространённых атак. Одной из наиболее критичных угроз являются SQL-инъекции, позволяющие злоумышленнику получать несанкционированный доступ к данным и изменять их. Для предотвращения данного типа атак необходимо использовать параметризованные запросы и тщательно проверять пользовательский ввод с помощью позитивной валидации.

Другой распространённой угрозой являются XSS (межсайтовый скриптинг) и CSRF (межсайтовая подделка запроса). XSS-уязвимости позволяют атакующему внедрять и выполнять вредоносные скрипты в браузерах пользователей, а CSRF-атаки способны инициировать нежелательные действия от имени авторизованного пользователя. Защита от подобных атак обеспечивается экранированием выводимых данных и использованием специальных токенов для проверки подлинности запросов.

Особое внимание необходимо уделять процессу десериализации данных и управлению памятью. Небезопасная десериализация может привести к выполнению злоумышленниками произвольного кода, а ошибки при работе с памятью создают угрозу переполнения буфера и удалённого выполнения кода. Для предотвращения этих уязвимостей следует применять безопасные форматы данных, проверку входных данных и использовать современные средства анализа кода.

Ошибки конфигурации приложений и API-интерфейсов могут привести к утечке данных или несанкционированному доступу. Мерой профилактики является применение подхода secure by default и регулярное тестирование конфигурации.

Шифрование данных играет ключевую роль в обеспечении конфиденциальности информации, как при хранении, так и при передаче. Использование современных криптографических алгоритмов и протоколов передачи данных (например, HTTPS) существенно снижает вероятность успешного проведения атак типа «человек посередине» (MITM). Регулярный аудит и динамический анализ безопасности с использованием таких инструментов, как OWASP ZAP и Burp Suite, также способствуют своевременному выявлению и устранению уязвимостей.

Представленный анализ параметров качества и безопасности позволяет разработчикам комплексно подходить к решению задач при создании надёжного и защищённого программного обеспечения [10-12].

Анализ исследований позволил определить основные группы параметров качества сгенерированного программного кода:

1. Уязвимости безопасности.
2. Неэффективный код.
3. Нарушение правил и паттернов разработки программного кода.
4. Логические и функциональные ошибки.

Данные параметры заложены в основу программного обеспечения по автоматизированному обнаружению уязвимостей в генеративном программном коде.

Источники

1. Комаров А.Э., Шикалов Д.Д. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения в процессе разработки программного обеспечения // Моя профессиональная карьера. 2025. Т. 1. № 68. С. 45-50.

2. Алексеев Д.В. Использование генеративного ИИ при анализе данных веб-аналитики // Universum: технические науки. 2024. № 2-1 (119). С. 4-9.

3. Тумбинская М.В., Абзалов А.Р. Исследование результатов применения программного тренажера по реагированию на факты реализации компьютерных угроз в АСУ ТП // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 1 (97). С. 83-96.

4. Четвертухин В.Р. Применение моделей взаимодействия и изменчивости в системах генерации крупного ПО // Информационные системы и технологии. 2024. № 6 (146). С. 83-90.

5. Yakimov I., Tregubov V., Tumbinskaya M. Creation of a unified industrial basis for the development and supply of applied research program packages at the kazan computer factory. В сборнике: Selected Papers - 2017 4th International Conference "Computer Technology in Russia and in the Former Soviet Union", SoRuCom 2017. 4. 2017. С. 126-130.

6. Томилин А.Н., Крайнева И.А., Тумбинская М.В., Трегубов В.М., Абзалов А.Р. Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР: страницы истории // История науки и техники. 2016. № 10. С. 15-26.

7. Александрова Л.А., Тумбинская М.В. Модель интерактивной обучающей системы // Программные продукты и системы. 2009. № 2. С. 39.

8. Бевзенко С. А. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в разработке программного обеспечения //Инновации и инвестиции. – 2023. – №. 8. – С. 187-191.

9. Тумбинская М.В. Организационное обеспечение процесса управления IT-инфраструктурой в системе защиты информации на предприятии // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. № 1 (286). С. 31-41.

10. Тумбинская М.В. Защита информации в социальных сетях от социоинженерных атак злоумышленника // Прикладная информатика. 2017. Т. 12. № 3 (69). С. 88-102.

11. Панина О.А., Юрин Д.А., Сухов И.Ю. Риски безопасности при использовании больших языковых моделей (LLM) в системах // Информатизация и связь. 2024. № 6. С. 65-72.

12. Горбачев А.А., Максимов Р.В. Проблема маскирования и применения технологий машинного обучения в киберпространстве // Вопросы кибербезопасности. 2023. № 5 (57). С. 37-49.

УДК 003.26

ПЕРСПЕКТИВЫ КРИПТОГРАФИИ НА ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Халимов Аскар Зуфарович, Шарипов Рифат Рашатович
КНИТУ-КАИ, Казань, Россия
Khalimov20@yandex.ru

Аннотация. Криптография на эллиптических кривых представляет собой ключевое направление в современных исследованиях информационной безопасности. Её математическая основа, базирующаяся на алгебраических свойствах эллиптических кривых над конечными полями, обеспечивает высокий уровень защиты данных при существенно меньших вычислительных затратах по сравнению с классическими методами, такими как RSA. В данной работе анализируются фундаментальные принципы данной технологии, её преимущества, актуальные области применения, а также перспективы развития в условиях растущих вызовов, связанных с квантовыми вычислениями и расширением интернета вещей.

Ключевые слова: криптография на эллиптических кривых, задача дискретного логарифмирования, постквантовая криптография, цифровые подписи, блокчейн.

PROSPECTS OF CRYPTOGRAPHY ON ELLIPTIC CURVES

Khalimov Askar Zufarovich, Sharipov Rifat Rashatovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
Khalimov20@yandex.ru

Abstract. Elliptic curve cryptography is a key area in modern information security research. Its mathematical basis, based on the algebraic properties of elliptic curves over finite fields, provides a high level of data protection with significantly lower computational costs compared to classical methods such as RSA. This paper analyzes the fundamental principles of this technology, its advantages, relevant areas of application, as well as development prospects in the face of growing challenges associated with quantum computing and the expansion of the Internet of Things.

Keywords: elliptic curve cryptography, discrete logarithm problem, post-quantum cryptography, digital signatures, blockchain.

Криптография на эллиптических кривых, впервые предложенная Нилом Коблицем и Виктором Миллером в середине 1980-х годов, стала ключевым инструментом в обеспечении информационной безопасности благодаря уникальному сочетанию математической строгости и вычислительной

эффективности. Её основу составляют алгебраические свойства эллиптических кривых, задаваемых уравнением Вейерштрасса над конечным полем F_p.

$$y^2 = x^3 + Ax + B \quad (1)$$

Дискриминант гарантирует отсутствие сингулярностей [3].

$$\Delta = -16(4A^3 + 27B^2) \neq 0 \quad 2)$$

Множество точек такой кривой образует абелеву группу, а безопасность систем на её основе базируется на вычислительной сложности задачи дискретного логарифмирования (ECDLP), которая остаётся неразрешимой за полиномиальное время даже при использовании современных алгоритмов, таких как метод Полларда-Ро [1, 2].

Главным преимуществом ECC является компактность ключей: для достижения уровня безопасности, эквивалентного 2048-битному ключу RSA, достаточно эллиптической кривой с модулем 256 бит [3]. Это не только сокращает объём памяти, но и ускоряет обработку данных, что критически важно для устройств с ограниченными ресурсами, таких как смарт-карты и IoT-устройства. Например, в австрийской системе Bürgerkarte к 2013 году 58% сертификатов использовали ECDSA, демонстрируя практическую применимость технологии в реальных условиях [4]. Оптимизация операций, включая методы оконного умножения и использование эндоморфизмов (как в кривой secp256k1, применяемой в Bitcoin), дополнительно повышает эффективность вычислений [5].

Широкое внедрение ECC наблюдается в финансовых технологиях и защищённых коммуникационных протоколах. Блокчейн-системы, такие как Bitcoin, полагаются на цифровые подписи ECDSA для аутентификации транзакций [6], а поддержка эллиптических кривых в TLS 1.3 и SSH обеспечивает совершенную прямую секретность, минимизируя риски компрометации долгосрочных ключей [7]. Исследования показали, что 7.2% серверов TLS уже использовали ECDHE, причём 98% из них предпочитали кривую secp256r1 [8], что подчёркивает растущее доверие к стандартизированным параметрам NIST и Certicom.

Несмотря на текущие успехи, ECC сталкивается с вызовами, связанными с развитием квантовых вычислений. Алгоритм Шора теоретически способен решить ECDLP за полиномиальное время, что стимулирует исследования в области постквантовых модификаций, таких как криптография на изогениях, где безопасность основывается на сложности нахождения изогений между

суперсингулярными кривыми [9]. Параллельно ведутся работы по оптимизации производительности: методы вроде x-координатного умножения Монтгомери и проверки точек на корректность кривой снижают уязвимость к атакам по побочным каналам [10].

Например, потоковые шифры [11, 12], используемые в технологиях Wi-Fi и GSM обладают недостаточной криптостойкостью по сравнению с алгоритмами, основанными на ECC. Кроме этого уязвимы также некоторые протоколы сетевой аутентификации [13] ввиду слабых криптостойких алгоритмов. В виде решения может быть использованы новые алгоритмы, основанные на ECC.

Так же возможна интеграция ECC с новыми технологиями которая открывает дополнительные перспективы. Гибридные схемы, сочетающие эллиптические кривые с решётчатыми алгоритмами, могут обеспечить многоуровневую защиту в системах искусственного интеллекта и квантовых сетях. Таким образом, ECC продолжает эволюционировать, адаптируясь к меняющимся угрозам и технологическим требованиям. Её способность обеспечивать высокую безопасность при минимальных ресурсных затратах гарантирует сохранение лидирующих позиций в области асимметричного шифрования в ближайшие десятилетия.

Источники

1. Certicom Research. Standards for Efficient Cryptography 2: Recommended Elliptic Curve Domain Parameters. – 2010. – 37 p.

2. Silverman J.H. The Arithmetic of Elliptic Curves / J. H. Silverman. – 2nd ed. – New York: Springer, 2009. – 522 p. – (Graduate Texts in Mathematics; vol. 106).

3. Bernstein D.J. eBACS: ECRYPT Benchmarking of Cryptographic Systems / D. J. Bernstein, T. Lange. – 2013. – URL: http://bench.cr.yp.to (дата обращения: 03.03.2025).

4. Lenstra A.K. Selecting cryptographic key sizes / A. K. Lenstra, E. R. Verheul // Journal of Cryptology. – 2001. – Vol. 14, no. 4. – P. 255–293.

5. Nakamoto, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System / S. Nakamoto. – 2008. – URL: https://nakamotoinstitute.org/library/bitcoin/ (дата обращения: 03.03.2025).

6. National Institute of Standards and Technology (NIST). Digital Signature Standard (DSS): FIPS 186-4. – 2013. – 130 p.

7. Barber S. Bitter to better: How to make Bitcoin a better currency / S. Barber, X. Boyen, E. Shi, E. Uzun // Financial Cryptography and Data Security: 16th International Conference, FC 2012, Kralendijk, Bonaire, February 27 – March 2, 2012, Revised Selected Papers. – Berlin: Springer, 2012. – P. 399–414.

8. Blake-Wilson S. Elliptic Curve Cryptography (ECC) Cipher Suites for Transport Layer Security (TLS): RFC 4492 / S. Blake-Wilson, N. Bolyard, V. Gupta, C. Hawk, B. Moeller. – 2006. – 36 p.

9. Durumeric Z. ZMap: Fast Internet-wide scanning and its security applications / Z. Durumeric, E. Wustrow, J. A. Halderman // Proceedings of the 22nd USENIX Security Symposium. – 2013. – P. 605–620.

10. Hollosi A. Die österreichische Bürgerkarte / A. Hollosi, G. Karlinger, T. Rössler, M. Centner [и др.]. – 2008.

11. Макаров С.П. Разработка программной реализации блочного алгоритма шифрования KASUMI / С.П. Макаров, Р.Р. Шарипов // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании: Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции, Ижевск, 23–24 мая 2024 года. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова, 2024. – С. 385-388.

12. Макаров С.П. Разработка программной реализации алгоритма RC4 / С.П. Макаров // Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы - 2024: Сборник тезисов докладов XI Международной молодежной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 300-летию со дня основания Российской Академии наук, 90-летию со дня рождения первых космонавтов СССР Ю.А. Гагарина и А.А. Леонова, 90-летию первого выпуска КАИ, 65-летию начала регулярного телевизионного вещания в Республике Татарстан, Казань, 11–12 апреля 2024 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2024. – С. 868-869.

13. Кассирова А.А. Исследование уязвимостей протокола аутентификации CHAP / А.А. Кассирова, Р.Р. Шарипов // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании: Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции, Ижевск, 23–24 мая 2024 года. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова, 2024. – С. 381-384.

УДК 003.26

ТРЕБОВАНИЯ К КРИПТОГРАФИИ НА ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Халимов Аскар Зуфарович, Шарипов Рифат Рашатович
КНИТУ-КАИ, Казань, Россия
Khalimov20@yandex.ru

Аннотация. Криптография на эллиптических кривых (ECC) является одной из наиболее эффективных технологий в области защиты информации благодаря своей высокой криптостойкости и компактности ключей. В статье рассматриваются основные требования к ECC, включая математические основы, такие как групповой оператор, свойства группы (замкнутость, ассоциативность, нейтральный и обратный элементы), а также теорему Хассе, которая оценивает количество точек на эллиптической кривой. Приводятся примеры использования ECC в реальных системах, таких как Bitcoin и TLS, что подчеркивает её практическую значимость.

Ключевые слова: криптография на эллиптических кривых, групповой оператор, теорема Хассе, замкнутость, ассоциативность, нейтральный элемент, обратный элемент, Bitcoin, TLS.

REQUIREMENTS FOR ELLIPTIC CURVE CRYPTOGRAPHY

Khalimov Askar Zufarovich, Sharipov Rifat Rashatovich
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
Khalimov20@yandex.ru

Abstract. Elliptic Curve cryptography (ECC) is one of the most effective technologies in the field of information security due to its high cryptographic strength and compact keys. The article discusses the basic requirements for ECC, including mathematical foundations such as the group operator, group properties (closeness, associativity, neutral and inverse elements), as well as Hasse's theorem, which estimates the number of points on an elliptic curve. Examples of the use of ECC in real systems such as Bitcoin and TLS are given, which underlines its practical importance.

Keywords: elliptic curve cryptography, group operator, Hasse's theorem, closure, associativity, neutral element, inverse element, Bitcoin, TLS.

Криптография на эллиптических кривых (ECC) базируется на математических свойствах эллиптических кривых, задаваемых уравнением Вейерштрасса, где A и B – коэффициенты:

$$y^2 = x^3 + Ax + B$$

1)

Дискриминант гарантирует отсутствие сингулярностей [3].

$$\Delta = -16(4A^3 + 27B^2) \neq 0$$

2)

Множество точек на кривой, включая нейтральный элемент (точку на бесконечности), образует абелеву группу относительно группового оператора, определённого геометрически через правило секущих и касательных [2]. Групповой оператор на эллиптической кривой обладает рядом ключевых свойств, которые делают его пригодным для криптографических приложений. Во-первых, операция сложения точек замкнута: для любых двух точек P и Q на кривой их сумма $P + Q$ также принадлежит кривой.

Во-вторых, свойство ассоциативности выполняется для любых трёх точек P, Q и R, что выражается равенством:

$$(P + Q) + R = P + (Q + R)$$

3)

В-третьих, в группе точек эллиптической кривой присутствует нейтральный элемент O (точка на бесконечности), для которого справедливо при любой точке P:

$$P + O = O + P = P$$

4)

Кроме того, для каждой точки P существует обратный элемент $-P$, удовлетворяющий условию:

$$P + (-P) = O$$

5)

Теорема Хассе имеет ключевое значение для определения количества точек, лежащих на эллиптической кривой над конечным полем. Она утверждает, что для кривой E над полем F_p количество точек $N_p(E)$ удовлетворяет неравенству:

$$\left|N_p(E) - (p + 1)\right| \leq 2\sqrt{p}$$

6)

Это позволяет оценить размер группы точек, что критически важно для выбора параметров криптографических систем. Например, количество точек лежит в диапазоне от 183 до 241 для кривой $y^2 = x^3 - 4$ над полем F_{211} [5].

Примером практического применения ECC является криптовалюта Bitcoin, где используется кривая secp256k1, изображенная на рис. 1, заданная уравнением над полем F_p, где $p = 2^{256} - 2^{32} - 2^9 - 2^8 - 2^7 - 2^6 - 2^4 - 1$ [6]:

$$y^2 = x^3 + 7 \tag{7}$$

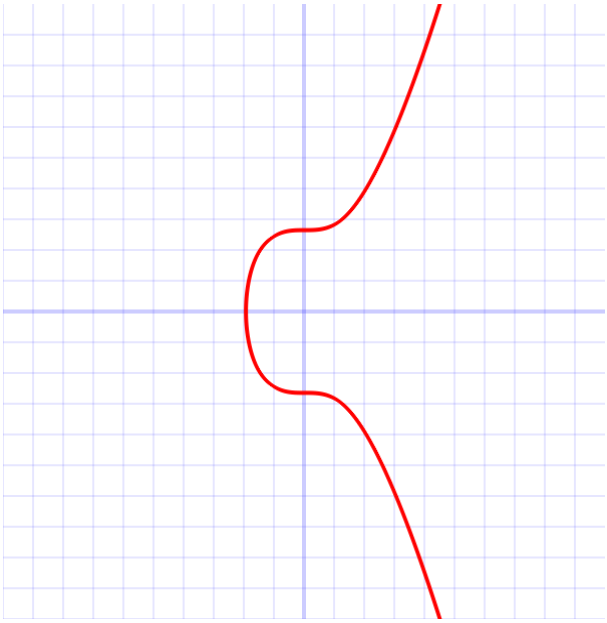


Рис. 1. График эллиптической кривой secp256k1 $y^2 = x^3 + 7$

Эта кривая обеспечивает высокий уровень безопасности при компактных размерах ключей, что делает её идеальной для использования в распределённых системах. Другим примером является протокол TLS, где ECC используется для обеспечения совершенной прямой секретности (Perfect Forward Secrecy) через алгоритм ECDHE (Elliptic Curve Diffie-Hellman Ephemeral) [7].

Таким образом, криптография на эллиптических кривых удовлетворяет всем основным требованиям к современным криптографическим системам: она обеспечивает высокую безопасность, эффективность и компактность. Математические основы, такие как групповой оператор и теорема Хассе, делают ECC устойчивой к атакам, а практические примеры, такие как Bitcoin и TLS, подтверждают её актуальность и востребованность в реальных приложениях.

Источники

1. Certicom Research. Standards for Efficient Cryptography 2: Recommended Elliptic Curve Domain Parameters. – 2000. – 45 p.

2. Silverman J. H. The Arithmetic of Elliptic Curves / J. H. Silverman. – 2nd ed. – New York: Springer, 2009. – 513 p.

3. Koblitz N. Elliptic curve cryptosystems / N. Koblitz // Mathematics of Computation. – 1987. – Vol. 48, no. 177. – P. 203–209.

4. Hasse H. Zur Theorie der abstrakten elliptischen Funktionenkörper / H. Hasse // Journal für die reine und angewandte Mathematik. – 1936. – Vol. 175. – P. 55–62.

5. Blake-Wilson S. Elliptic Curve Cryptography (ECC) Cipher Suites for Transport Layer Security (TLS): RFC 4492 / S. Blake-Wilson, N. Bolyard, V. Gupta, C. Hawk, B. Moeller. – 2006. – 36 p.

6. Bitcoin Wiki. Secp256k1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.bitcoin.it/wiki/Secp256k1 (дата обращения: 17.03.2025).

7. Durumeric Z. ZMap: Fast Internet-wide scanning and its security applications / Z. Durumeric, E. Wustrow, J.A. Halderman // Proceedings of the 22nd USENIX Security Symposium. – 2013. – P. 605–620.

УДК 004.056

ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Хамматов Булат Александрович, Галимова Руфина Камилевна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
hammatoffb@yandex.ru

Аннотация. Статья исследует современные вызовы и решения в области информационной безопасности (ИБ). Рассматриваются фундаментальные принципы ИБ — конфиденциальность, целостность и доступность, — а также актуальные угрозы: фишинг, атаки с использованием программ-вымогателей, уязвимости IoT и целевые атаки на цепочки поставок и способы защиты от них.

Ключевые слова: информационная безопасность, киберугрозы, фишинг, ransomware, IoT, цепочки поставок, шифрование, Zero Trust, искусственный интеллект, GDPR, ISO 27001, киберстрахование.

PRINCIPLES AND TECHNOLOGIES OF INFORMATION SECURITY

Khammatov Bulat Alexandrovich, Galimova Rufina Kamilevna
KNRTU-KAI, Kazan, Russia
hammatoffb@yandex.ru

Abstract. The article explores modern challenges and solutions in the field of information security (IS). It examines the fundamental principles of IS — confidentiality, integrity, and availability — as well as current threats, including phishing, ransomware attacks, IoT vulnerabilities, and supply chain attacks and ways to protect against them.

Keywords: information security, cyber threats, phishing, ransomware, IoT, supply chain, encryption, Zero Trust, artificial intelligence, GDPR, ISO 27001, quantum cryptography, cyber insurance.

С развитием цифровых технологий информационная безопасность стала неотъемлемой частью всех сфер жизни. По данным исследования американской телекоммуникационной компании Verizon (2023), в 74% случаев вина несанкционированного доступа к информации — это человеческий фактор или целенаправленные атаки [1, 2].

В статье рассматриваются принципиальные задачи и актуальные методы защиты информации [3-5].

Основные принципы ИБ. Информационная безопасность строится на «триаде CIA»:

1. Конфиденциальность (Confidentialy): предполагает ограничение доступа к информации только для авторизованных лиц и систем.

2. Целостность (Integrity): обеспечивает точность и неизменность информации в течение всего жизненного цикла.

3. Доступность (Availability): гарантирует бесперебойный доступ к ресурсам для авторизованных пользователей.

Современные угрозы. Кибертехнологии позволяют получать конфиденциалные данные с помощью поддельных сайтов, голосовых звонков, QR-кодов и приемов социальной инженерии, атаки которой осуществляются в обход критического и аналитического мышления (фишинг, вишинг, квишинг).

Статистика: 74% атак начинаются с фишинга, а 43% сотрудников не отличают поддельные письма от реальных [6, 7]. Пример: в 2023 году хакеры имитировали IT-службу компании Microsoft, чтобы похитить учетные данные [6].

Ransomware-атаки: шифрование данных + угроза публикации конфиденциальной информации. Пример: средний выкуп в 2023 году вырос до $1,5 млн. а простои бизнеса обходbkbcm в $4,5 млн. [7].

К незащищенности IoT приводят:

1. Слабые пароли по умолчанию (например, «admin/admin»).

2. Отсутствие OTA-обновлений для камер и умных устройств.

Пример: Ботнет Mirai (2016) атаковал DNS-провайдера Dyn, парализовав Twitter и Netflix.

Кибератаки на цепочки поставок — вид кибератаки, при которой злоумышленники атакуют не саму компанию, а ее поставщиков или партнеров. Пример: Заражение тысяч клиентов через единый канал, как в атаке на MOVEit (2023), где произошла утечка данных 60 млн. пользователей [6].

AI (Artificial Intelligence)-угрозы (угрозы, связанные с использованием искусственного интеллекта (ИИ)):

deepfake (Дипфейк) — это созданные с помощью ИИ синтетические медиа, которые используют глубокое обучение для наложения или изменения лиц, голосов или действий в видео, создавая реалистичный, но поддельный контент;

адаптивное вредоносное программное обеспечение: программы, меняющие код для обхода антивирусов.

Статистика: 80% экспертов считают ИИ главным инструментом киберпреступников в настоящее время [8].

Методы защиты в информационной безопасности, которые были актуальны в 2024 году.

Технические решения.

– Шифрование данных:

1. TLS 1.3 для защиты интернет-соединений (внедрён в 85% крупных корпораций [2]).

2. Квантово-устойчивые алгоритмы (например, CRYSTALS-Kyber), тестируемые для защиты от будущих атак квантовыми компьютерами [8].

– Системы обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS):

1. Поведенческий анализ (UEBA) для выявления аномалий в действиях пользователей.

2. Сетевые сенсоры Darktrace, использующие ИИ для блокировки атак в реальном времени [7].

Пример: в 2023 году IPS компании Palo Alto Networks предотвратила 92% попыток эксплуатации уязвимости Log4j [2].

– Многофакторная аутентификация (MFA):

1. Биометрия (распознавание лица, отпечатки пальцев).

2. Аппаратные токены (YubiKey) и одноразовые SMS-коды.

Пример: внедрение MFA сокращает риск взлома аккаунтов на 99,9% [9].

– Резервное копирование и аварийное восстановление: правило 3-2-1: 3 копии данных, 2 разных носителя, 1 вне офиса. Пример: после ransomware-атаки на больницу в Германии (2024) восстановление заняло 4 часа благодаря облачным бэкапам [2].

Организационные меры.

Человеческий фактор несет угрозу системам информационной безопасности, поэтому предельно важно внедрение системы управления процессами. Пример: компании с регулярным обучением на 45% реже сталкиваются с инцидентами [7].

– Внедрение стандартов безопасности:

1. ISO 27001: фреймворк для управления рисками, сертификацию имеют 42% Fortune 500 компаний [2].

2. NIST CSF: используется 78% организаций в США для защиты критической инфраструктуры [2].

– Политика Zero Trust (Нулевое доверие): «Никому не доверяй, проверяй всё» (адаптивный доступ, микросегментация сети). Пример: Google внедрил Zero Trust Architecture (BeyondCorp), сократив утечки данных на 50% [7].

– Правовое регулирование: законы и стандарты формируют глобальные правила игры.

GDPR (ЕС): штрафы до 4% глобального оборота за утечки персональных данных. Пример: Meta* оштрафована на €1.2 млрд. в 2023 году за трансграничные передачи данных [10].

152-ФЗ (Россия): локализация данных граждан РФ на серверах внутри страны. Пример: в 2024 году Роскомнадзор заблокировал 12 тыс. сайтов за нарушения [9].

– Киберстрахование: покрытие расходов на восстановление после атак (средняя сумма — $5 млн. на компанию [7]).

Инновационные подходы.

– Искусственный интеллект [5]:

1. Прогнозная аналитика: ИИ-платформы предсказывают атаки на основе паттернов (например, IBM Watson).

2. Автоматическое исправление уязвимостей: Инструменты вроде Microsoft Autopatch.

– Защита цепочек поставок: BOM (Software Bill of Materials): Каталог компонентов ПО для выявления подозрительных зависимостей (используется в 60% IT-гигантов [6]).

– Квантовые технологии:

1. Квантовое распределение ключей (QKD) для безопасной передачи данных.

2. Стандарты NIST для постквантовой криптографии (ожидаются к 20309 году).

Перспективы и направления развития. Интеграция квантовых технологий в криптографию требует перехода на постквантовые алгоритмы [11] . Возрастет потребность:

1. Инвестиций в проактивную, а не реактивную защиту.

2. Проведения регулярного аудита ИБ-систем.

3. Формирования культуры безопасности среди сотрудников компаний.

Заключение. Информационная безопасность перестала быть исключительно IT-проблемой — это вопрос стратегического управления рисками. В условиях, когда кибератаки влияют на экономику и геополитику [3-5], только комплексный подход обеспечит устойчивость в цифровом мире [11].

Источники

1. Cisco Annual Cybersecurity Report, 2023 [Электронный ресурс] https://archive.org/details/cisco-annual-report-2023 (дата обращения 30.03.2025).

2. NIST SP 800-53. Security and Privacy Controls for Information Systems [Электронный ресурс]

https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-53r5.pdf (дата обращения 30.03.2025).

3. Якупов З.Я., Галимова Р.К. Об Адамаровых матрицах // Математика в современном мире: Материалы Международной конференции, посвященной

150-летию Д.А. Граве, Вологда, 07–10 октября 2013 года / Вологодский государственный педагогический университет. – Вологда, 2013. – С. 40-41.

4. Якупов З.Я., Филичев А.С., Галимова Р.К. Защита информационного пространства с использованием технологии RBHM // Аналитическая механика, устойчивость и управление: Труды XI Международной Четаевской конференции, посвященной 115-летию со дня рождения Н. Г. Четаева и памяти академика АН РТ Т. К. Сиразетдинова, Казань, 13–17 июня 2017 года. Том 4. – Казань: Казанский государственный технический университет им. А. Н. Туполева, 2017. – С. 286-291.

5. Якупов З.Я., Галимова Р.К. Математическое моделирование технологических процессов в цифровой среде // Математика и проблемы образования: Материалы 41-го Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов, Киров, 22–24 сентября 2022 года. – Киров: Издательство "Веси", 2022. – С. 183-184.

6. Verizon Data Breach Investigations Report, 2023 [Электронный ресурс] https://delinea.com/blog/2023-verizon-data-breach-investigations-report-insights (дата обращения 30.03.2025).

7. IBM Cost of a Data Breach Report, 2023 [Электронный ресурс] https://www.resilientx.com/blog/ibm-cost-of-a-data-breach-report-2023-what-we-learn-from-it (дата обращения 30.03.2025).

8. MIT Technology Review: AI in Cybersecurity, 2024 [Электронный ресурс] https://community.ibm.com/community/user/security/discussion/mit-technology-review-ai-in-cybersecurity-yesterdays-promise-todays-reality (дата обращения 30.03.2025).

9. Федеральный закон РФ №152-ФЗ «О персональных данных» [Электронный ресурс]

https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=476043 (дата обращения 30.03.2025).

10. GDPR Regulation (EU) 2016/679 [Электронный ресурс] https://gdpr.eu.org/full/full.pdf (дата обращения 30.03.2025).

11. Якупов З.Я. Матрицы Адамара: закономерности построения, свойства, применение: Монография / З.Я. Якупов – М: Дéлибри, 2023. – 86 с. – ISBN 978-5-4491-1587-4.

УДК 004.056

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СОВРЕМЕННЫХ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Хамраев Азат Мурадович, Суннатов Арслан Байрамбаевич
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
pvm87818@gmail.com

Аннотация. В данной работе анализируются современные криптографические алгоритмы, включая симметричные и асимметричные системы шифрования, а также хеш-функции. Рассматриваются их преимущества, недостатки и уязвимости в контексте традиционных и современных атак. Особое внимание уделено угрозам со стороны квантовых вычислений и перспективам постквантовой криптографии.

Ключевые слова: AES, хэш-функции, постквантовые, криптосистема, суперсингулярные.

ANALYSIS OF THE RESILIENCE OF MODERN CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS

Hamrayev Azat Muradovich, Sunnatov Arslan Bayrambayevich
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
pvm87818@gmail.com

Abstract. This paper analyzes modern cryptographic algorithms, including symmetric and asymmetric encryption systems, as well as hash functions. Their advantages, disadvantages, and vulnerabilities in the context of traditional and modern attacks are examined. Particular attention is paid to threats from quantum computing and the prospects of post-quantum cryptography.

Keywords: AES, hash functions, post-quantum, cryptosystem, supersingular.

Криптография является основой цифровой безопасности, защищая данные в финансовых системах, коммуникациях, облачных сервисах и других сферах. Однако эволюция атакующих технологий, таких как квантовые компьютеры, ставит под угрозу традиционные алгоритмы шифрования. Эта статья анализирует современные криптографические алгоритмы с точки зрения их устойчивости, обсуждает их слабые стороны и прогнозирует будущее развития этой области.

Современные криптографические алгоритмы: структура и особенности.

Симметричные алгоритмы шифрования используют единый ключ для шифрования и дешифрования. Примеры:

– AES (Advanced Encryption Standard): устойчив к большинству известных атак, поддерживает длину ключа 128, 192 и 256 бит.

– Уязвимости: атаки полного перебора остаются единственным реальным способом взлома, но требуют огромных вычислительных ресурсов.

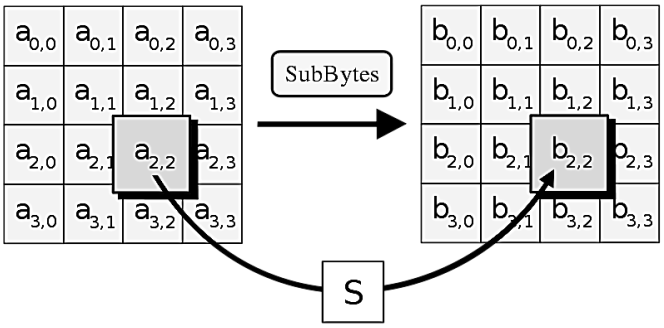


Рис. 1. SubBytes() трансформация при шифровании

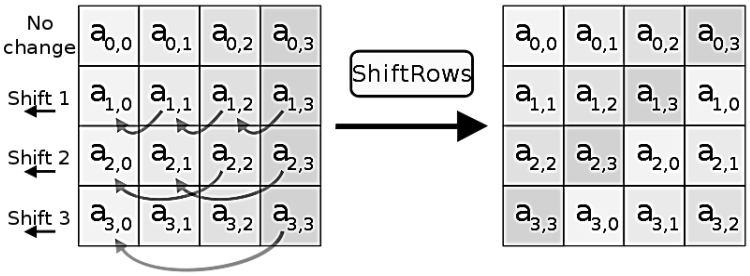


Рис. 2. ShiftRows() трансформация при шифровании

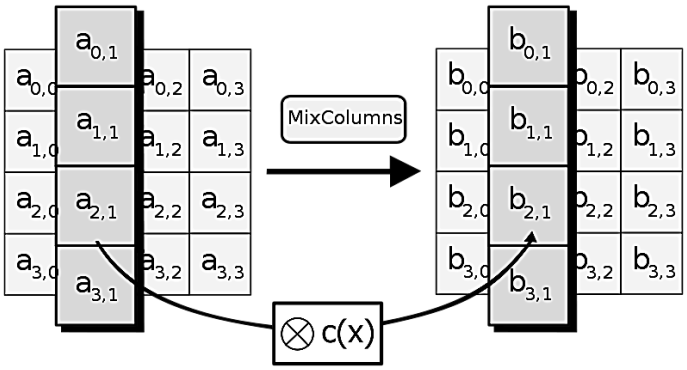


Рис. 3. MixColumns() трансформация при шифровании

– ChaCha20: обеспечивает высокую скорость шифрования, устойчив к криптоаналитическим атакам.

– Преимущества: энергоэффективность, что делает его подходящим для мобильных устройств.

Асимметричные алгоритмы шифрования. Основаны на использовании пары ключей: публичного и приватного. Примеры:

– RSA:

Основан на сложности факторизации больших чисел.

Уязвимости: уязвим к квантовым атакам (алгоритм Шора).

– Эллиптические кривые (ECC):

Предлагают повышенную устойчивость при меньшем размере ключа по сравнению с RSA.

– Уязвимости: аналогично RSA, уязвимы к атакам квантовых компьютеров.

Хеш-функции. Используются для проверки целостности данных и создания цифровых подписей. Примеры:

– SHA-2 и SHA-3:

Устойчивы к большинству современных атак, за исключением квантовых угроз.

– Уязвимости: квантовые атаки (например, атака Гровера) могут сократить сложность нахождения коллизий.

– MD5 и SHA-1: устарели из-за высокого риска коллизий.

Методы атак на криптографические алгоритмы:

1. Атаки полного перебора:

– Основаны на переборе всех возможных ключей.

– Противодействие: увеличение длины ключа.

2. Криптоаналитические атаки:

– Линейный и дифференциальный анализ (применимы к симметричным алгоритмам).

– Атаки на основе подобранных шифротекстов.

3. Атаки на основе квантовых вычислений:

– Алгоритм Шора: эффективен для решения задач факторизации и дискретного логарифма.

– Алгоритм Гровера: снижает сложность перебора ключей в два раза.

Угрозы квантовых вычислений. Квантовые компьютеры могут коренным образом изменить криптографический ландшафт. Для асимметричных алгоритмов угроза особенно велика:

– RSA и ECC становятся уязвимыми при наличии достаточно мощного квантового компьютера.

– Симметричные алгоритмы (например, AES) остаются более устойчивыми, но требуют увеличения длины ключа.

Постквантовые криптографические алгоритмы. Для защиты от квантовых атак разрабатываются постквантовые алгоритмы, основанные на задачах, устойчивых к квантовым вычислениям:

– Решеточные криптосистемы (Lattice-based):

Основаны на сложных задачах, связанных с многомерными решетками. Примеры: NTRU, Kyber.

– Кодовые криптосистемы (Code-based):

Основаны на декодировании случайных линейных кодов. Пример: McEliece.

– Суперсингулярные изогении эллиптических кривых:

Используют вычисления на изогениях эллиптических кривых.

Проблемы и вызовы.

1. Рост вычислительных ресурсов: Постквантовые алгоритмы требуют большего объема памяти и времени выполнения.

2. Необходимость стандартизации: Институт NIST проводит соревнования по выбору устойчивых алгоритмов, но процесс внедрения остается медленным.

3. Совместимость: Требуется адаптация существующих систем для работы с новыми стандартами.

4. Экономические затраты: Внедрение постквантовой криптографии требует значительных инвестиций.

Заключение. Современные криптографические алгоритмы демонстрируют высокую устойчивость к традиционным атакам. Однако квантовые вычисления требуют перехода к новым методам шифрования, способным выдерживать атаки будущего. Постквантовая криптография становится важнейшим направлением исследований, предлагая алгоритмы, которые смогут защитить данные даже в условиях квантовых угроз.

Источники

1. Daemen J. & Rijmen V. (2002). The Design of Rijndael: AES - The Advanced Encryption Standard. Springer.

2. Rivest R. L., Shamir A. & Adleman L. (1978). "A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems". Communications of the ACM, 21(2), 120-126.

3. NIST. (2016). SHA-3 Standard: Permutation-Based Hash and Extendable-Output Functions.

УДК 004.056.5

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И АНТИПЛАГИАТ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Ходжамаммедов Мекан Мерданович, Суннатов Арслан Байрамбайевич, Ялкабов Гурбанкул Худайберди оглы
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
mekanhoja2021@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы информационной безопасности в контексте антиплагиата. Анализируются основные угрозы, связанные с академической нечестностью и использованием цифровых технологий для проверки оригинальности текстов. Также приводятся современные методы защиты информации и выявления заимствований.

Ключевые слова: информационная безопасность, антиплагиат, киберугрозы, защита данных, академическая честность.

INFORMATION SECURITY AND ANTI-PLAGIARISM: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Hojamammedov Mekan Merdanovich, Sunnatov Arslan Bayramberdiyevich,
Yalkabov Gurbankul Hudayberdi ogly
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
mekanhoja2021@gmail.com

Abstract. This article examines information security issues in the context of anti-plagiarism. The main threats associated with academic dishonesty and the use of digital technologies to check the originality of texts are analyzed. Modern methods of information protection and detection of borrowings are also provided.

Keywords: information security, anti-plagiarism, cyber threats, data protection, academic honesty.

Информационная безопасность является одной из ключевых проблем цифровой эпохи [1]. Важным аспектом этой проблемы является защита интеллектуальной собственности, включая научные и академические тексты. Одним из вызовов современного образования является борьба с плагиатом, что требует разработки эффективных антиплагиатных систем и методов защиты данных.

Основные угрозы и риски

1. Киберугрозы и утечка данных

Хакерские атаки на базы данных университетов и научных организаций.

Использование вредоносного ПО для похищения информации.

2. Обход антиплагиатных систем

Перефразирование текстов с использованием нейросетей.

Замена символов и использование других манипулятивных методов.

3. Этические и правовые аспекты

Недостаточная защита авторских прав в цифровой среде.

Проблемы с идентификацией истинного автора научного труда.

Методы защиты и противодействия

1. Современные антиплагиатные системы

Использование искусственного интеллекта для глубокого анализа текстов.

Кросс-проверка с закрытыми базами данных и архивами научных публикаций.

2. Образовательные и юридические меры

Повышение уровня осведомленности среди студентов и преподавателей.

Разработка законодательных инициатив по защите интеллектуальной собственности.

3. Кибербезопасность и защита данных

Шифрование баз данных с академическими трудами.

Внедрение многофакторной аутентификации для доступа к научным ресурсам.

Дополнительные аспекты информационной безопасности

1. Роль блокчейн-технологий

Использование децентрализованных систем хранения данных для защиты интеллектуальной собственности.

Создание неизменяемых записей публикаций для предотвращения фальсификаций.

2. Будущее антиплагиатных систем

Разработка самообучающихся алгоритмов, способных выявлять сложные формы заимствования.

Интеграция с глобальными научными базами для повышения точности проверки.

3. Международное сотрудничество в сфере защиты данных

Совместные инициативы университетов и исследовательских центров по обмену информацией о киберугрозах [2-4].

Разработка единых стандартов по антиплагиату и защите авторских прав.

Заключение

Вопрос информационной безопасности и антиплагиата требует комплексного подхода, включающего технические, правовые и образовательные меры [5]. Только совместными усилиями можно минимизировать риски и создать устойчивую систему защиты академической честности. В будущем развитие технологий, таких как искусственный интеллект и блокчейн, позволит повысить уровень защиты данных и обеспечить прозрачность академической деятельности.

Источники

1. Иванов И.И. Проблемы информационной безопасности в науке // Журнал кибербезопасности. 2023. №2.
2. Петров П.П. Антиплагиатные технологии: современные подходы // Научные труды. 2022. Т. 10, №4.
3. Сидоров С.С. Защита данных в цифровую эпоху // Информационные системы. 2021. №1.
4. Кузнецов А.А. Блокчейн и его роль в защите интеллектуальной собственности // Инновационные технологии. 2023. №3.
5. Смирнов В.В. Международное сотрудничество в области кибербезопасности // Аналитика цифрового мира. 2022. №5.

УДК 004

БЕЗОПАСНОСТЬ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ СЕТЕЙ

Ходжамаммедов Мекан Мерданович, Ходжанепесова Гулшат Бабамырадовна,
Джумадурдыева Огулнур Довлетгелдиевна
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
mekanhoja2021@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена вопросам обеспечения безопасности высокоскоростных сетей, таких как оптоволоконные каналы и 5G-сети. Рассматриваются основные угрозы безопасности, включая атаки на инфраструктуру, перехват данных и несанкционированный доступ. Особое внимание уделено методам защиты, таким как шифрование, сегментация сети, многоуровневая аутентификация и системы обнаружения вторжений. В статье также рассматриваются современные стандарты безопасности и протоколы, а также прогнозируются будущие вызовы и тренды в области безопасности высокоскоростных сетей.

Ключевые слова: Безопасность сетей, высокоскоростные сети, защита данных, шифрование, DDoS-атаки, аутентификация, IDS/IPS, стандарты безопасности, Интернет вещей, квантовая безопасность.

HIGH-SPEED NETWORKS SECURITY

Hojamammedov Mekan Merdanovich, Hojanepesowa Gulshat Babamyradovna, Jumadurdyyeva Ogulnur Dowletgeldievna
State energy institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
mekanhoja2021@gmail.com

Abstract. This article addresses the security issues of high-speed networks, such as fiber-optic channels and 5G networks. It discusses key security threats, including attacks on infrastructure, data interception, and unauthorized access. Special attention is given to protection methods, such as encryption, network segmentation, multi-factor authentication, and intrusion detection systems. The article also explores modern security standards and protocols, as well as future challenges and trends in the field of high-speed network security.

Keywords: network security, high-speed networks, data protection, encryption, DDoS attacks, authentication, IDS/IPS, security standards, Internet of Things, quantum security.

Безопасность высокоскоростных сетей — это комплекс мер, направленных на защиту данных и инфраструктуры, которые обеспечивают

передачу информации на больших скоростях, таких как оптоволоконные каналы, 5G и другие современные технологии связи [1].

1. Угрозы безопасности высокоскоростных сетей

Атаки на инфраструктуру: Включают DDoS-атаки (распределённые атаки отказа в обслуживании), которые могут перегрузить сетевые ресурсы, или атаки на оборудование, такое как маршрутизаторы и коммутаторы.

Перехват данных: Высокая скорость передачи данных может быть использована злоумышленниками для перехвата чувствительной информации, особенно если связь не зашифрована.

Неавторизованный доступ: Взломы систем аутентификации и подделка идентификаторов могут привести к утечке данных или доступу к конфиденциальным ресурсам.

2. Методы обеспечения безопасности

Шифрование данных: Для защиты данных на всех уровнях передачи применяются современные алгоритмы шифрования (например, AES-256) и протоколы безопасности (SSL/TLS).

Сегментация сети: Разделение сети на несколько частей с ограниченным доступом помогает снизить масштабы потенциальных атак.

Многоуровневая аутентификация: Использование двухфакторной аутентификации и биометрических данных увеличивает уровень безопасности пользователей. IDS/IPS системы: Системы обнаружения (IDS) и предотвращения (IPS) вторжений помогают выявлять и блокировать попытки вторжений в сеть в реальном времени [2-3].

3. Управление доступом и мониторинг

Контроль доступа: Строгие политики контроля доступа на основе ролей (RBAC) и применения принципа минимальных привилегий помогают предотвратить несанкционированный доступ.

Мониторинг и анализ трафика: Использование аналитических инструментов для мониторинга аномальной активности в сети помогает оперативно выявлять угрозы.

4. Роль стандартов и протоколов

NIST, ISO, ITU: Важные международные стандарты безопасности помогают обеспечивать совместимость и высокий уровень защиты данных.

Протоколы безопасности: Применение безопасных протоколов, таких как IPSec, SSH, SSL/TLS, гарантирует безопасную передачу данных.

5. Будущие вызовы и тренды

Проблемы с масштабируемостью: Высокоскоростные сети требуют разработки новых технологий безопасности, способных работать на больших объемах трафика [4].

Интернет вещей (IoT): Рост числа подключённых устройств требует нового подхода к защите этих устройств в высокоскоростных сетях.

Квантовые технологии: В будущем квантовые вычисления могут влиять на безопасность существующих алгоритмов шифрования [5].

Заключение. С учетом того, что высокоскоростные сети становятся основой для всех типов цифровой трансформации, обеспечение их безопасности имеет решающее значение. Современные методы защиты и постоянное обновление технологий являются залогом устойчивости сетей и защиты данных от возможных угроз.

Источники

1. Stallings W. (2017). Cryptography and Network Security: Principles and Practice (7th ed.). Pearson.

2. Avižienis A., Laprie J. C. & Randell B. (2004). Fundamental Concepts of Dependability. Springer.

3. Kaspersky Lab (2020). Cyber Security in the Era of 5G Networks.

4. Shafique M. & Mushtaq M. (2021). "Security in High-Speed Networks: hallenges and Countermeasures". Journal of Computer Security, 29(4), 421-445.

5. Bashir A. & Qureshi M. A. (2020). "A Survey on Security Challenges and Solutions in 5G Networks". IEEE Access, 8, 67924-67935.

УДК 003.26

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ШИФРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Юсупова С.А., Шарипов Р.Р., Халиулин Р.Р.
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
saidayusupova49@gmail.com

Аннотация. В статье предложены основные аспекты шифрования информации. Были рассмотрены классы криптосистем, их типы и ключевые принципы с приведением примеров наиболее распространенных алгоритмов и их характеристик.

Ключевые слова: безопасность, алгоритм, шифр, шифрование.

THE MAIN ASPECTS OF INFORMATION ENCRYPTION

Yusupova S.A., Sharipov R.R., Khaliullin R.R.
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
saidayusupova49@gmail.com

Abstract. The article suggests the main aspects of information encryption. The classes of cryptosystems, their types and key principles were considered, with examples of the most common algorithms and their characteristics.

Keywords: security, algorithm, cipher, encryption.

Основная часть методов защиты информации основывается на применении криптографических шифров, а также процессов шифрования и дешифрования. Шифр представляет собой набор обратимых преобразований, которые переводят открытые данные в зашифрованные. Эти преобразования определяются ключом и алгоритмом криптографического преобразования [1].

Процесс шифрования может быть симметричным или асимметричным по отношению к процессу расшифрования. По этому принципу происходит разделение криптосистем на два класса: симметричные и асимметричные.

Симметричные (одноключевые) криптосистемы — это метод кодирования данных, в котором и для шифрования, и для расшифрования информации. Симметричное шифрование делятся на 2 типа (это зависит от принципа работы алгоритмов):

Блочные взаимодействуют с блоками, то есть группами бит определенной длины. Они работают на фиксированных блоках данных, которые обрабатываются вне зависимости от других сегментов. В связи с эти скорость работы шифрования возрастает, а параллельные вычисления становятся более простыми.

Наиболее актуальные блочные алгоритмы:

AES (Advanced Encryption Standard) – именно он стал стандартом шифрования. Наиболее распространен, потому что обладает высокой безопасностью и эффективностью.

1. ГОСТ 28147-89

2. RC5 (Ron’s Code 5) – характеризуется тремя параметрами, которые определяют его структуру и безопасность: размер слова в битах, кол-во раундов и длина шифрования в байтах. Он не рекомендуется для использования в более продвинутых системах безопасности, так как его безопасность может быть более слабой по сравнению с современными шифрами.

3. Blowfish- этот шифр работает только с данными, размерность которых 64 бита. Этот тип шифра чаще всего используется там, где необходима быстрая и надежная криптография. Он до сих пор считается достаточно безопасным, но уже не является современным

4. Twofish – этот алгоритм участвовал в конкурсе AES, вошел в число финалистов, но не стал стандартным. Twofish является улучшенной версией Blowfish [1, 2].

Потоковые шифры подразумевают изменение каждого бита информации методом гаммирования. Это значит, что бит будет изменен с использованием соответствующего бита псевдослучайной секретной последовательности чисел. Эта последовательность создается с помощью ключа и её длина равна шифруемого сообщения. Биты исходных данных объединяются с битами скрытой последовательности с использованием логической операции XOR.

Наиболее популярные алгоритмы потокового шифрования, используемые в настоящее время:

1. RC4 (Rivest cipher 4) – использует генератор псевдослучайных битов, который работает на основе ключа. RC4 имеет высокую скорость и непостоянным размером ключа, но становится слабым при использовании неслучайных (связанных), а также при повторном использовании ключа.

2. Salsa20 – выиграл в конкурсе, где задачей было изобретение европейских стандартов для шифрования данных, которые передаются почтовыми системами. Salsa20 чаще всего осуществляется программно.

3. HC-256 – этот шифр обладает высокой безопасностью и производительностью. Он занимает большое количество памяти, поэтому это может быть проблемой для устройств с ограниченными ресурсами

4. WAKE – используется для шифрования потока текстовых данных в SMS. Так как его блоки большого размера, то он не может быть использован в коммуникациях в режиме реального времени. WAKE поддаётся криптоанализу, то есть атакам на основе подобранного текста и соответствующего шифротекста [1, 2, 4].

Асимметричные (двухключевые) криптосистемы (с открытым ключом).

В этой системе используется 2 ключа: один из них является открытым, а другой-секретным. В этой криптосистеме передают по незащищенному каналу только окрытый ключ, а секретный ключ сохраняют на месте его генерации.

Существует большое количество асимметричных алгоритмов. Например:

1. RSA (Rivest, Shamir, Adelman). Данный алгоритм основан на сложности факторизации (разложения на множители) больших чисел. RSA широко применяется для кодирования информации или создания цифровых подписей.

2. DSA (Digital Signature Algorithm) – концепция, которая основывается на сложности вычисления дискретных логарифмов, который может использоваться для создания цифровых подписей. Но по сравнению с ECDSA у него есть недостатки. DSA не обеспечивает высокую производительность и требует большие размеры ключей.

3. Схема Эль-Гамаля. Он основывается на сложном вычислении дискретных логарифмов. Составляет основу DSA. Иногда применяется для создания цифровых подписей, для непосредственной шифровки данных. трудной для решения задачей для злоумышленников считается отыскание не числа, которое возвели в степень, а то обстоятельство, в какую именно степень возвели известное число. Недостатком схемы шифрования Эль-Гамаля является удвоение длины зашифрованного текста по сравнению с начальным текстом.

4. ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm) – алгоритм, который основывается на сложности решения дискретного логарифма в группе точек эллиптической кривой. Чаще всего применяется для генерации цифровых подписей. У него высокий уровень безопасности, а также, не менее важный фактор, это поддержка государственных стандартов по защите информации и соответствие современным требованиям индустрии [1-3].

Таким образом, ECDSA является наиболее актуальным алгоритмом. Он соединяет в себе улучшенную версию RSA и DSA для большинства задач цифровой подписи. Необходимо применять надежные библиотеки и следовать рекомендациям по безопасности для обеспечения целостности данных.

Источники

1. Ю.В. Романец. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Ю.В. Романец, П.А. Тимофеев, В.Ф. Шаньгин // «Радио и связь». 2001. С. 31-32.

2. Энциклопедия Касперского [Электронный ресурс] // Kaspersky. URL: https://encyclopedia.kaspersky.ru/ (дата обращения: 12.03.2025).

3. Все об асимметричном шифровании [Электронный ресурс] // OTUS. URL: https://otus.ru/journal/vse-ob-asimmetrichnom-shifrovanii/ (дата обращения: 12.03.2025).

4. Рувики – свободная энциклопедия [Электронный ресурс] // Ru.RuWiki. URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/ (дата обращения: 12.03.2025).

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА В ОБРАЗОВАНИИ И В ФОРМИРОВАНИИ ЛИЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

УДК 004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОБРАЗОВАНИИ

Авагян Диана Арменовна, Петренко Сергей Иванович
ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Москва, Россия
diana.avagyan.2006@mail.ru

Аннотация. В статье описаны методы и примеры внедрения искусственного интеллекта в сферу образования, его эффективность и помощь в автоматизации процессов. Представлена информация по влиянию искусственного интеллекта на образовательное пространство. Продемонстрировано в статье и то, как ИИ помогает ученикам в закреплении и изучении материала, проводит дистанционный контроль знаний, колоссально меняет образовательный процесс.

Ключевые слова: искусственный интеллект, программирование, технология, образование, когнитивный сервер.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION

Avagyan Diana Armenovna, Petrenko Sergey Ivanovich
MSUTM, Moscow, Russia
diana.avagyan.2006@mail.ru

Abstract. This article describes artificial intelligence (AI), its effectiveness, and its invaluable contribution to education. The influence of AI on the educational environment is presented. The article demonstrates how AI assists students in consolidating and learning material, conducts remote knowledge assessment, and dramatically transforms the educational process.

Keywords: artificial intelligence, programming, technology, education, cognitive server.

Искусственный интеллект (ИИ)? Artificial intelligence (AI)? В современном мире данное словосочетание стало очень популярным, но действительно ли все понимают и осознают огромный вклад ИИ в нашу жизнь? Важнейшей составляющей человеческой деятельности является образование. В данной работе мы более детально рассмотрим, как artificial intelligence трансформировал образовательный процесс. Основная задача – развеять опасения, что ИИ может помешать педагогу или даже полностью его заменить. Показать, что грамотное применение этих технологий сделает образовательную деятельность значительно продуктивнее. Почему эта тема так важна? Пандемия, охватившая различные регионы мира в 2020-2021 годах, оказала влияние не только на здоровье людей, но и на многие аспекты общества: экономический, социальный, политический и культурный. Возникшая в сфере обучения ситуация, безусловно, можно назвать

кризисной. В период распространения COVID-19 многие организации и компании по всему миру перешли на дистанционное обучение. В связи с этим, стремительное внедрение цифровых инструментов и технологий, основанных на ИИ, стало особенно актуальным.

У многих людей представление об учителе, созданным на основе ИИ, вызывает тревожные ассоциации с мрачным будущим, где разумные машины вытесняют людей из всех сфер труда. Однако эти представления ошибочны, а опасения зачастую беспочвенны. ИИ-ассистенты не заменят педагогов. Напротив, они способны помочь в улучшении процесса обучения, указывая учителям на возможные недочеты в работе со студентами. При правильном использовании ИИ может стать незаменимым помощником для любого преподавателя, позволяя, благодаря анализу стиля обучения, стратегий и общего прогресса ученика, выявлять наиболее эффективные методы для повышения его успеваемости.

Сам термин artificial intelligence (с английского переводится как «искусственный интеллект») впервые был упомянут в 1956 году Джоном МакКарти, основателем функционального программирования и изобретателем языка Lisp, на конференции в Университете Дартмута. Однако сама идея подобной системы была сформирована в 1935 году Аланом Тьюрингом.

Один из успешных примеров применения ИИ в образовании — китайский стартап Yuanfudao. Компания предлагает различные онлайн-курсы для школьников. Приложение для помощи с домашними заданиями, разработанное на основе искусственного интеллекта, сканирует задание, распознаёт проблему и предлагает наиболее подходящее

Интеграцию искусственного интеллекта и машинного обучения активно применяет языковой сервис Duolingo. Это позволяет персонифицировать весь образовательный процесс от предварительного тестирования до адаптации уроков под индивидуальный прогресс и динамику развития отдельных языковых навыков.

Российский образовательный стартап MyBuddy.ai создал виртуального репетитора английского языка с искусственным интеллектом. Приложение помогает детям практиковать, разговорную речь, общаясь с виртуальным мультипликационным персонажем, так же, как ребёнок общается с репетитором. Этот проект стал первым российским победителем престижного конкурса EdTech стартапов Global EdTech Startup Awards (GESA), который проходил в Лондоне в 2019 году.

К положительным примерам внедрения и использования ИИ в российском образовательном пространстве можно отнести: электронный ресурс «Академия искусственного интеллекта», в рамках которого реализуются учебные программы, проводятся соревнования и олимпиады для школьников с целью стимулирования интереса учащихся «к цифровым технологиям», проект «Искусственный интеллект – 2021», основная цель которого – предоставление открытого доступа к «практико-ориентированным образовательным программам по искусственному интеллекту от

лучших российских и мировых университетов (115 курсов)», международный научный форум «Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика», который четвертый год подряд инициируется и проводится Государственным университетом управления (ГУУ) для обмена опытом с иностранными коллегами в области ИИ, онлайн-курс «Правовое регулирование искусственного интеллекта», который разработан и дистанционно проводится ФГАОУ ВО «Национальным исследовательским Нижегородским государственным университетом им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ), сервисы Московской электронной школы (МЭШ), которая представляет собой «систему одного окна» (электронные учебники, дневники и классные журналы и т.п.) и к которой подключено уже более 1,5 тыс. московских общеобразовательных учреждений.

Очевидно, что внедрение ИИ в современное образовательное пространство несет в себе определенные риски для эффективности учебно-воспитательных процессов и благополучия всех субъектов образования, в их числе: «цифровой разрыв», который подразумевает неравный доступ субъектов образования к технологиям ИИ, несогласованность этических аспектов применения ИИ в образовательном пространстве (конфиденциальность, защита и использование данных субъектов образования, отсутствие прозрачности и контроля за применением ИИ и т.п.), высокая степень зависимости от технологий, требование непрерывности повышения технических компетенций участников учебно-педагогических процессов независимо от материально-технических условий, неспособность (на сегодняшний день) ИИ-суперкомпьютеров к восприятию широкого спектра социально-психологических взаимодействий и состояний субъектов образования (радость, удивление, раздражение, волнение и т.п.).

Поговорив о рисках применения ИИ технологий, нужно также упомянуть об его перспективах, которые заключаются в: автоматизации основных видов образовательной деятельности (присутствие, аттестация и т.п.), адаптации программного обеспечения образовательного пространства к интересам конкретных субъектов образования, своевременной поддержке обратной связи и коммуникации в ходе образовательного процесса, обучении дисциплинарным основам (но не творчеству и мышлению), возможности применения метода «проб и ошибок».

Возникает вопрос: чего же ожидать в будущем? Когнитивные сервисы — это набор новых технологий, которые помогают разработчикам создавать приложения, способные видеть, слышать, говорить, понимать и даже начинают рассуждать логически. Все это имеет огромные последствия для образования. В частности, описанные выше технологии могут помочь устранить барьеры, препятствующие доступу к образованию учащихся с ограниченными возможностями здоровья, а также способствовать демократизации образования.

Виртуальная реальность полностью погружает пользователя в виртуальную среду, созданную компьютером. Хотя для ощущения виртуальной реальности

обычно необходима гарнитура. В дополненной реальности пользователи по-прежнему могут видеть реальный мир и взаимодействовать с ним, одновременно просматривая цифровой контент, доступ к которому обеспечивают специальные очки или гарнитуры, накладывающие цифровой контент на реальную среду. Смешанная реальность объединяет виртуальные объекты с реальным миром и позволяет пользователю взаимодействовать и с теми, и с другими. Для учеников, испытывающих трудности в освоении учебной программы из-за недостаточного владения базовыми навыками – чтения, письма и математики – инновационные технологии открывают возможности для работы со сложным материалом, одновременно улучшая эти самые навыки и поддерживая их вовлеченность в учебный процесс. Новые разработки, дополняющие существующие инструменты и сервисы на базе искусственного интеллекта, могут значительно ускорить поиск необходимой информации: преподавателю достаточно озвучить вопрос для ИИ, избегая необходимости вводить длинные запросы с использованием клавиатуры или мыши. Особую ценность виртуальная реальность (VR) – созданный с помощью технологий мир, воспринимаемый через зрение, слух, осязание и другие ощущения – и дополненная реальность (AR) – технология, добавляющая цифровые данные к реальному миру, изменяя восприятие окружающей среды – представляют собой в сферах, где ошибки могут быть дорогостоящими, таких как наука, медицина и производство. Например, стартап EchoPixel разработал технологию иммерсивной томографии, позволяющую врачам, используя УЗИ, 3D-очки и специальный дисплей, создавать трехмерные голографические изображения тела пациента или его органов, что также полезно для безопасной отработки хирургических процедур.

Использование виртуальной, дополненной и смешанной реальности в образовании способно коренным образом преобразить учебный процесс, сделав его более интересным и захватывающим. С помощью VR учащиеся могут виртуально посетить любую точку мира или перенестись в любую эпоху, а дополненная реальность позволяет им просматривать голографические инструкции или информацию, наложенную на физические объекты, предоставляя дополнительный контекст.

Завершая статью, стоит отметить то, что к настоящему времени как в зарубежных, так и в российской образовательных системах уже накоплен немалый опыт применения ИИ. В частности, для создания индивидуальных образовательных маршрутов на базе новых технологий рекомендуются и реализуются учебные ИИ-модули, которые аккумулируют мировые достижения в данной сфере, непосредственно воздействуют на когнитивные и эмоционально-психологические особенности всех субъектов образования. Тем не менее следует констатировать, что ИИ пока не может в полной мере заменить «живую» обратную связь в системе «преподаватель – обучающийся». Хотя ИИ-технологии уже могут успешно выполнять функции «репетитора», «автоматизировать оценку знаний», «анализировать поведение учеников», а также позволяют подбирать

персонализированную форму обучения на основе анализа возможностей и способностей субъектов образования, способствуют реализации концепции «самообразование на протяжении всей своей жизни». Несмотря на то, что ИИ успешно выполняет функции репетитора, автоматизирует оценку знаний, анализирует поведение учеников и подбирает персонализированные методы обучения, способствуя концепции непрерывного самообразования, совершенствование образовательной деятельности требует не только улучшения процесса обучения, но и оптимизации воспитательных аспектов.

Источники

1. Амиров Р.А., Билалова У.М. Перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в сфере высшего образования // Управленческое консультирование. 2020. № 3. С. 80–88.
2. Даггэн С. Искусственный интеллект в образовании: изменение темпов обучения. Аналитическая записка ИИТО ЮНЕСКО / ред. С.Ю. Князева; пер. с англ.: А.В. Паршакова. Москва: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2020.
3. Искусственный интеллект в образовании // TADVISER. Государство. Бизнес. ИТ. 2020. 26.01. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Искусственный_интеллект_в_образовании. Искусственный интеллект в образовании: перспективы применения в России // РБК Тренды. 2021. 08.04. URL: https://trends.rbc.ru/trends/education/5d6beaea9a7947a1c1fe9152.
4. Коровникова Н.А. Искусственный интеллект в образовательном пространстве: проблемы и перспективы // Социальные новации и социальные науки. Москва:ИНИОН РАН, 2021. № 2. С. 98–113.
5. Паскова А.А. Технологии искусственного интеллекта в персонализации электронного обучения // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2019. № 3/42. С. 113–122.
6. Ракитов А.И. Высшее образование и искусственный интеллект: эйфория и алармизм // Высшее образование в России. 2018. № 6. С. 41–49.
7. Goldberg P.K. Tackling the Global Learning Crisis // Project Syndicate. 2021. URL: https://www.projectsyndicate.org/commentary/global-learning-crisis-cost-effective-solutions-by-pinelopi-koujianou-goldberg-2021-03.

УДК 373

ПОДГОТОВКА ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ К ВНЕДРЕНИЮ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аверина Светлана Александровна, Булгакова Алевтина Геннадьевна, Ботвин Татьяна Валериевна
ОГАОУ ДПО «Белгородский институт развития образования», г. Белгород, Россия
averina31s@yandex.ru

Аннотация. В научной работе изучена актуальность внедрения цифровизации в сферу образования. Особое внимание авторы уделили изучению такого мероприятия как обучение педагогических кадров соответствующим цифровым компетенциям. Также был проведен статистический анализ обученного педагогического персонала программам повышения квалификации с целью внедрения цифровой образовательной среды на территории Белгородской области.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые технологии, цифровая образовательная среда, педагогические кадры.

TRAINING OF TEACHING STAFF FOR THE INTRODUCTION OF DIGITAL EDUCATION IN THE BELGOROD REGION

Averina Svetlana Alexandrovna, Bulgakova Alevtina Gennadievna, Botvin Tatiana Valerievna
Belgorod Institute of Education Development, Belgorod, Russia
averina31s@yandex.ru

Abstract. The scientific work examines the relevance of the introduction of digitalization in the field of education. The authors paid special attention to the study of such an event as the training of teaching staff in relevant digital competencies. A statistical analysis of the trained teaching staff of advanced training programs was also carried out in order to introduce a digital educational environment in the Belgorod region.

Keywords: digitalization, digital technologies, digital educational environment, teaching staff.

В настоящее время внедрение цифровых технологий в жизнедеятельность человека определило необходимость современного общества в высококвалифицированных специалистах, обладающих соответствующими компетенциями цифровой грамотности. В связи с этим актуальной становится тема внедрения процесса цифровизации в образовательные учреждения.

Среди основных причин оцифрования современного образования следует выделить глобальность (возможность подключения к образовательному процессу из любой точки мира, открытый доступ к занятиям, применение онлайн-курсов, видеолекций, виртуальных университетов), применение интерактивных методов обучения (визуализация учебного материала, проведение виртуальных экскурсий, геймификация), интеграцию современных технологий, доступ к образовательным материалам и анализ данных для улучшения образовательного процесса [4, С. 25].

На территории Российской Федерации был реализован ряд инициативных мероприятий, ориентированных на применение цифровых технологий в сфере образования [1]. Одним из таких мероприятий является федеральный проект «Цифровая образовательная среда», который был ориентирован на «внедрение в образовательных организациях цифровой образовательной среды, а также обеспечение реализации цифровой трансформации системы образования» [2].

Основные мероприятия данного проекта были также реализованы на территории Белгородской области. Среди основных реализованных направлений в регионе стоит выделить оснащение учреждений современным оборудованием, использование интерактивных и электронных площадок, участие в проектах персонализированного обучения, а также обучение педагогов белгородских образовательных учреждений соответствующим навыкам. Например, одной из задач государственной программы Белгородской области «Развитие образования Белгородской области» было обучение доли педагогических работников образовательных организаций по программам повышения квалификации в целях внедрения цифровой образовательной среды [3].

Областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Белгородский институт развития образования» (далее – ОГАОУ ДПО «БелИРО») вносит большой вклад в образовательную деятельность региона, осуществляя повышение квалификации и профессиональную переподготовку педагогических работников Белгородской области.

Динамика количества обученных слушателей за последние три года представлена в таблице 1.

Согласно статистическим данным, представленные в таблице 1, можно отметить, что в 2022 году общее количество обученных слушателей составило 15641 человек. Это значение больше, чем в 2024 году, что обусловлено необходимостью обучения педагогических работников по дополнительным профессиональным программам повышения квалификации (далее – ДПП ПК) посвященным обновленным федеральным государственным образовательным стандартам начального, общего и среднего образования.

Таблица 1. Динамика количества слушателей, обученных в ОГАОУ ДПО «БелИРО» за 2022-2024гг., чел.

Форма обучения	Год			Темп прироста, %	
	2022	2023	2024	2023/2022	2024/2023
Очная	3516	26687	6415	в 7,5 раз	-75,96
Очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий	2519	3847	4665	52,72	21,26
Заочная с применением дистанционных образовательных технологий	3106	3653	566	17,61	-84,51
Заочная с применением электронного обучения	6500	5986	402	-7,91	-93,28
Итого	15641	40173	12048	в 2,5 раза	-70,01

За отчетный 2023 год увеличение количества обученных связано с бессрочным введением на территории Белгородской области высокого («жёлтого») уровня террористической опасности, когда была поставлена главная задача по проведению обучения воспитанников и обучающихся навыкам безопасного поведения при угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций.

В результате чего ОГАОУ ДПО «БелИРО» была разработана и реализована ДПП ПК «Организация педагогического сопровождения формирования знаний и навыков безопасного поведения воспитанников и обучающихся при угрозе возникновения чрезвычайной ситуации», в рамках которой было дополнительно обучено 21846 педагогических работника.

Снижение показателя в 2024 году связано с уменьшением количества заявок на обучение от муниципальных образований и городских округов за счет выехавших в другие регионы педагогических работников в связи с нестабильной террористической ситуацией в регионе.

При рассмотрении статистических данных, представленных в таблице 2, можно отметить снижение в 2024 году общего количества обученных слушателей с использованием цифровых технологий, которое связано с переводом большей части дополнительных профессиональных программ в очный формат обучения.

Основной частью педагогических работников, проходивших обучение в ОГАОУ ДПО «БелИРО» за отчетный период 2022-2024 годы, являются женщины. В контексте кадрового разделения можно наблюдать за весь отчетный период исследования превышение доли педагогического состава над управленческими кадрами. Это весьма закономерно, так как руководящих должностей всегда меньше, чем рядовых педагогов.

Таблица 2. Сводная таблица обученных слушателей в ОГАОУ ДПО «БелИРО» с использованием цифровых технологий по характерным признакам за 2022-2024гг., чел.

Признак	Год			Темп прироста, %	
	2022	2023	2024	2023/2022	2024/2023
Источник финансирования					
Всего	12125	13486	5633	11,22	-58,23
Бюджет	11283	13279	5488	17,69	-58,67
Внебюджет	647	55	111	-91,50	101,82
Проект	195	152	34	-22,05	-77,63
Кадровое разделение					
Управленческий персонал	473	1682	1440	в 3,5 раза	-14,39
Педагогический персонал	11652	11804	4193	1,30	-64,48
Пол					
Женщины	10414	11589	5113	11,28	-55,88
Мужчины	1711	1916	520	11,98	-72,86
Место нахождения ОО					
Сельская местность	6696	7120	3177	6,33	-55,38
Городская местность	5429	6366	2456	17,26	-61,42

Также следует отметить, что большая часть слушателей, прошедших обучение в ОГАОУ ДПО «БелИРО» проживает в сельской местности, это обусловлено тем, что в Белгородской области всего 11 городов, 18 поселков городского типа и 1574 сельских населенных пункта.

Так как Белгородская область является приграничным с Украиной регионом России, в результате объявления специальной военной операции обстановка в области остается очень напряженной. В результате частых обстрелов со стороны вооруженных сил Украины становится опасным и весьма затруднительным проведение обучения педагогических работников. Для решения данной проблемы в 2024 году большая часть очных программ была реализована в дистанционном режиме в форме онлайн занятий.

При помощи цифровых технологий организуется образовательная среда и образовательное пространство. Цифровые ресурсы открывают доступ к различным электронным информационным системам, позволяют создавать электронные ресурсы (учебные материалы, электронные дневники и журналы), расширяют возможности дистанционного обучения, получения профессионального образования.

Таким образом, с развитием цифровых технологий и внедрением их в образовательный процесс, возникла необходимость включения в часть

программ, реализуемых ОГАОУ ДПО «БелИРО» тем по цифровой образовательной среде и цифровой безопасности. Так на рисунке 1 представлена динамика числа слушателей, обученных по программам, включающим данные темы.

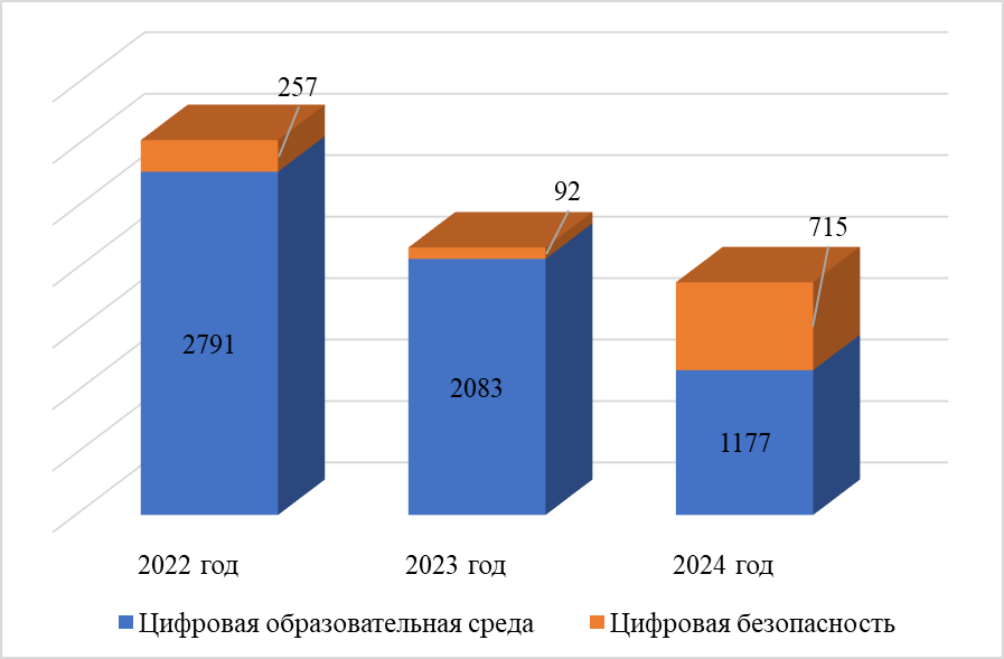


Рис. 1. Обучение слушателей по программам, включающим темы по цифровой образовательной среде и цифровой безопасности за 2022-2024 гг., чел.

Из представленных данных на рисунке 1 можно увидеть, что количество обученных слушателей по программам, содержащих тему «Цифровая образовательная среда» в 2024 году снизилось, это обусловлено тем, что за исследуемый период большая часть педагогов прошли обучение, по программам, содержащим данную тему. Тем не менее, в век высоких технологий она все еще является весьма актуальной в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов.

Что касается цифровой безопасности, то это направление набирает популярность, так как изучение данной сферы будет способствовать обеспечению безопасности цифрового пространства как отдельного педагога, так и той образовательной организации, в которой он работает. Стоит отметить, что данная тема является особо актуальной для Белгородского региона, так как из-за напряженных отношений и террористических действий со стороны Украины мирное население и организации области часто страдают от несанкционированных атак и цифровых угроз со стороны противника, особенно государственные учреждения.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на территории Белгородской области наблюдается положительная тенденция выполнения мероприятий федерального проекта «Цифровая образовательная среда»: при подведении итогов было выявлено, что регион достиг 100% выполнения целевых показателей. Совершенствование педагогических кадров образовательных организаций осуществлялось за счет проведения программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки с целью освоения необходимых профессиональных и цифровых компетенций для обеспечения высокого уровня образования в регионе.

Источники

1. Национальный проект «Образование» / Министерство просвещения Российской Федерации [Электронный ресурс]. https://edu.gov.ru/national-project/ (дата обращения: 20.03.2025).

2. Федеральный проект «Цифровая образовательная среда» / Министерство просвещения Российской Федерации [Электронный ресурс]. https://edu.gov.ru/national-project/projects/cos/ (дата обращения: 20.03.2025).

3. О внесении изменений в постановление Правительства Белгородской области от 25 декабря 2023 года № 799-пп: постановление Правительства Белгородской области от 25.02.2025 № 75-пп [Электронный ресурс]. http://publication.pravo.gov.ru/document/3100202502260006 (дата обращения: 20.03.2025).

4. Казакова А.А. Цифровизация образования: вызовы и возможности / А.А. Казакова // Инновационные результаты социально-гуманитарных и экономико-правовых исследований: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 28 августа 2023 г. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. Белгород: ООО АПНИ, 2023. С. 23-32.

УДК 371.3 - 37.016.5

РОЛЬ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕТЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СТУДЕНТОВ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

Авзалова Раиля Рамилевна, Нигматзянова Лейсан Ренатовна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
railyaavzalova_24@mail.ru

Аннотация. В статье изучается роль цифровых технологий в образовательной экосистеме университета с учетом индивидуальных особенностей студентов. Их изучение проводится на основе анализа влияния цифровых технологий на учебный процесс, определения перспектив образовательных онлайн-курсов, индивидуализации образовательных программ и повышения вовлеченности у студентов высшего образования. Для полного раскрытия данной темы рассматривается применение и значение искусственного интеллекта в образовательном процессе. Отдельно подчеркивается необходимость развития и поддержки цифровой грамотности как преподавателей, так и студентов, для эффективного применения всех преимуществ цифровых технологий в учебном процессе.

Ключевые слова: образовательная экосистема, высшее образование, цифровые технологии, геймификация, онлайн-обучение.

THE ROLE OF TECHNOLOGY IN ACCOMMODATING STUDENTS' INDIVIDUAL DIFFERENCES IN THE DIGITAL EDUCATIONAL ECOSYSTEM

Avzalova Railya Ramilevna, Nigmatzyanova Leysan Rinatovna
KSPEU, Kazan, Russia
railyaavzalova_24@mail.ru

Abstract. The article studies the role of digital technologies in the educational ecosystem of the university taking into account the individual characteristics of students. They are studied on the basis of analysis of the impact of digital technologies on the educational process, determining the prospects of online educational courses, individualisation of educational programmes and increasing the involvement of higher education students. For full disclosure of this topic, the application and significance of artificial intelligence in the educational process is considered. The need to develop and support digital literacy of both teachers and students to effectively apply all the benefits of digital technologies in the learning process is emphasised separately.

Keywords: educational ecosystem, university degree, digital technologies, gamification, online training.

Цифровизация образования обусловила появление образовательных экосистем, в которых технологии играют центральную роль в интеграции образовательного процесса к индивидуальным потребностям учащихся. Учитывая разнообразие способностей, предпочтений и темпов обучения, персонализация обучения становится важным элементом результативного образовательного процесса.

Цифровизация выступает фундаментальным элементом образовательного пространства современных университетов, способствуя качественному преобразованию учебных процессов и развитию академической экосистемы. Масштабное внедрение цифровых технологий позволило университетам модернизировать научно-исследовательскую деятельность, образовательные программы и административные процессы. Повсеместное распространение персональных электронных устройств среди студентов и преподавателей, включая ноутбуки, смартфоны и планшеты, обеспечивает равные возможности доступа к образовательным ресурсам через мобильные сети и беспроводные подключения. Электронные библиотеки, онлайн-курсы и виртуальные лекции существенно расширяют географию образовательных услуг, делая высшее образование доступным для жителей удаленных регионов и людей с особыми потребностями. Например, онлайн-курсы прочно закрепились в структуре современного образования. Преимуществами онлайн-курсов являются выбор графика и места для обучения. Обучение по онлайн-курсам является приоритетом для студентов, которые совмещают образовательный процесс с трудовой деятельностью или другими обязательствами.

Одной из ключевых задач современного образования является индивидуализация учебных программ, которые будут учитывать уровень подготовки и интересы студента. Например, искусственный интеллект способен анализировать данные академической успеваемости обучающегося и предлагать персонализированные советы по выбору учебных курсов или областей специализации. Более того, цифровые инструменты активно содействуют развитию проектно-ориентированного обучения, где студенты вовлечены в решение кейсов, связанных с их специализацией. Это помогает обучающимся обрести нужные навыки, важные для их карьеры.

В индивидуализации образовательного процесса искусственный интеллект играет важную роль, так как его алгоритмы могут анализировать большой объем данных, распознавать паттерны и предлагать решения, направленные на улучшение качества обучения. Например, системы, базирующиеся на системе искусственного интеллекта, могут автоматически оценивать письменные работы и предоставлять обратную связь по проделанной работе.

Для того, чтобы цифровые технологии успешно развивались, необходимо постоянно развивать цифровую грамотность как среди студентов, так и среди

преподавателей. Университеты играют важную роль в этом процессе, так как они могут реализовывать курсы и тренинги по развитию цифровых навыков у студентов и преподавателей.

Применение цифровых технологий в образовательной экосистеме открывает большие перспективы для учета индивидуальных особенностей каждого студента. С их помощью становится возможным формирование индивидуальных подходов, увеличения заинтересованности студентов и, как следствие, повышения качества образовательного процесса в целом. Но для максимальной реализации заложенного в технологиях потенциала необходимо уделять внимание развитию цифровой грамотности, а также стимулировать инновационную деятельность в сфере образования. Интеграция искусственного интеллекта и гибких обучающих систем является существенным шагом на пути к построению более динамичной и результативной образовательной структуры, чутко реагирующей на потребности каждого студента.

Источники

1. Иванов А.А., Петров В.В. Цифровые технологии в образовании: вызовы и перспективы // Информационные технологии в образовании. 2023. №2. С. 45-52.

2. Смирнова Е.В., Кузнецова О.И. Искусственный интеллект в образовании: возможности и ограничения // Образовательные технологии и общество. 2022. №3. С. 12-25.

3. Козлов Д.С., Григорьева Л.М. Геймификация в высшем образовании: опыт российских университетов // Высшее образование в России. 2023. №1. С. 78-89.

4. Федорова Н.А., Белова Т.К. Цифровая грамотность как ключевой элемент современного образовательного процесса // Педагогика и психология образования. 2022. №4. С. 34-42.

5. Плаксина Н. В., Овчинникова М. В. Актуальные тренды цифровизации образования в мире // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2024. №1. С. 69-71.

УДК 37.01

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕДИАБЕЗОПАСНОСТИ В КОНТЕКСТЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА

Аксенов И. А.
Московский педагогический государственный университет, Россия, г. Москва
vanodgan30@mail.ru

Аннотация. В статье анализируются стратегии Европейского союза по интеграции искусственного интеллекта в образовательную среду для обеспечения медиабезопасности обучающихся. Рассматриваются адаптивные обучающие системы, технологии фильтрации контента и мониторинга поведения пользователей, а также подходы различных стран-членов ЕС к внедрению ИИ-решений для защиты несовершеннолетних в цифровом образовательном пространстве.

Ключевые слова: медиабезопасность, искусственный интеллект, образовательное пространство, адаптивные системы, Европейский союз, цифровая компетентность, кибербезопасность.

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF MEDIA SAFETY IN THE CONTEXT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION IN THE EDUCATIONAL SPACE OF THE EUROPEAN UNION

Aksenov I. A.
Moscow Pedagogical State University, Russia, Moscow
vanodgan30@mail.ru

Abstract. The article analyzes the European Union's strategies for integrating artificial intelligence into the educational environment to ensure media safety for students. The research examines adaptive learning systems, content filtering technologies, and user behavior monitoring, as well as approaches of various EU member states to implementing AI solutions for protecting minors in the digital educational space.

Keywords: media safety, artificial intelligence, educational space, adaptive systems, European Union, digital competence, cybersecurity.

Технологические аспекты медиабезопасности в контексте использования искусственного интеллекта в образовательном пространстве Европейского союза представляют собой многогранную систему инновационных решений, направленных на минимизацию рисков цифровой среды при одновременном

расширении образовательных возможностей обучающихся, что особенно актуально в условиях повсеместной цифровизации образовательных процессов и растущей роли интеллектуальных систем в педагогической практике. Европейский союз, признавая необходимость обеспечения безопасного цифрового пространства для несовершеннолетних, активно инвестирует в разработку и внедрение инновационных решений, использующих потенциал искусственного интеллекта для защиты детей и подростков от негативного контента, манипулятивного воздействия и иных угроз медиапространства, что находит отражение в стратегических документах и программах финансирования, таких как Horizon Europe и Digital Europe, которые выделяют значительные ресурсы на развитие ИИ-инициатив с акцентом на образовательный сектор [1]. Финансовые обязательства ЕС в сфере развития искусственного интеллекта для образования подчеркивают признание ИИ как трансформирующей силы, способной не только повысить качество образовательных услуг, но и обеспечить защиту учащихся в цифровой среде. Интегрированный подход Европейской комиссии к разработке политик и инвестиций в сфере искусственного интеллекта для образования, предполагающий тесное сотрудничество с государствами-членами, способствует формированию единого стандарта медиабезопасности, учитывающего национальные особенности образовательных систем при сохранении общеевропейских этических принципов и норм защиты несовершеннолетних в цифровой среде.

Технологические аспекты медиабезопасности в контексте использования ИИ в европейском образовательном пространстве включают разработку и внедрение систем фильтрации контента, основанных на машинном обучении, которые способны идентифицировать и блокировать потенциально опасные или неприемлемые материалы, адаптируясь к новым формам угроз и учитывая возрастные особенности обучающихся, что соответствует принципам Европейской декларации о цифровых правах и принципах цифрового десятилетия, направленным на повышение безопасности при одновременном расширении прав и возможностей людей в цифровой среде. Особое внимание в рамках технологического обеспечения медиабезопасности уделяется разработке систем мониторинга и анализа поведения пользователей образовательных платформ, позволяющих выявлять признаки кибербуллинга, психологического давления или манипулятивного воздействия, что становится особенно актуальным в контексте резолюции Европейского парламента от 6 октября 2021 г. об искусственном интеллекте в уголовном праве и его использовании полицией и судебными органами, экстраполируя принципы защиты прав граждан на образовательную среду [2]. Инновационные решения ЕС по использованию искусственного интеллекта для защиты несовершеннолетних в цифровой среде включают разработку персонализированных систем обучения цифровой

грамотности, которые, используя алгоритмы машинного обучения, адаптируют образовательный контент к индивидуальным потребностям и уровню подготовки учащихся, формируя у них критическое мышление и навыки безопасного поведения в сети, что соответствует принципу «Mastery Learning», согласно которому ИИ может выступать в роли наставника, помогающего учащимся преодолевать трудности в обучении [3].

В Финляндии, которая является одним из лидеров в области внедрения искусственного интеллекта в образовательную среду, реализуются программы обучения педагогов методам интеграции ИИ в образовательный процесс, включающие аспекты медиабезопасности и защиты обучающихся от манипулятивного воздействия цифровой среды, что позволяет создать многоуровневую систему защиты, в которой педагоги выступают в качестве компетентных медиаторов между технологиями искусственного интеллекта и учащимися. Германия, акцентируя внимание на использовании ИИ для принятия решений на основе данных и управления ресурсами в образовательной сфере, внедряет системы, способные анализировать большие объемы информации о поведении учащихся в цифровой среде для выявления потенциальных рисков и угроз, применяя при этом строгие этические стандарты, направленные на предотвращение манипулятивного воздействия и защиту персональных данных несовершеннолетних [4].

Адаптивные обучающие системы, представляющие собой одно из наиболее перспективных направлений применения искусственного интеллекта в образовании, становятся эффективным инструментом медиаобразования и профилактики рисков, позволяя создавать индивидуализированные образовательные траектории, учитывающие не только академические потребности, но и уровень цифровой компетентности учащихся, что соответствует концепции персонализированного обучения, отмеченной в качестве одного из приоритетных направлений развития ИИ в образовании [5]. Европейский подход к разработке и внедрению адаптивных обучающих систем характеризуется акцентом на их прозрачность и объяснимость, что позволяет педагогам и обучающимся понимать принципы функционирования алгоритмов и причины конкретных рекомендаций или решений, принимаемых системой, что соответствует принципу транспарентности, выделенному в этических руководствах Европейской комиссии, ЮНЕСКО и ОЭСР [6]. Интеллектуальные адаптивные платформы, такие как Carnegie Learning и DreamBox, персонализируют материал в соответствии с уровнем обучения учащихся, в то время как инструменты, такие как чат-боты и автоматизированные оценки, освобождают учителей для сосредоточения на наставничестве, что способствует повышению качества образовательного процесса при одновременном обеспечении медиабезопасности через формирование у обучающихся

критического отношения к информации и навыков эффективного взаимодействия с цифровыми инструментами. Особую значимость в контексте обеспечения медиабезопасности приобретают адаптивные системы, ориентированные на поддержку учащихся с особыми образовательными потребностями, включая детей с ограниченными возможностями здоровья и не носителей языка, которым предоставляются инструменты, такие как программы преобразования текста в речь, средства перевода в реальном времени и предиктивный ввод текста, что демонстрирует потенциал искусственного интеллекта для сокращения образовательного неравенства и обеспечения инклюзивного доступа к безопасной цифровой образовательной среде [4]. В основе адаптивных обучающих систем, разрабатываемых в соответствии с европейскими стандартами медиабезопасности, лежит принцип агентности учащихся, предполагающий предоставление им возможности влиять на характер и частоту получаемой поддержки, что соответствует рекомендациям Европейского парламента о необходимости разработки адаптивных систем обучения на основе переговоров, которые подчеркивают, но не ограничиваются трансверсальными компетенциями. Необходимость междисциплинарного подхода к разработке адаптивных обучающих систем, отмеченная в документах Европейского парламента, предполагает вовлечение специалистов из различных областей, включая педагогику, психологию, информатику и этику, что позволяет создавать технологические решения, эффективно сочетающие образовательные цели с задачами обеспечения медиабезопасности и защиты несовершеннолетних от негативного влияния цифровой среды. Одним из ключевых аспектов использования адаптивных обучающих систем как инструмента медиаобразования является их способность поддерживать развитие не только предметных знаний, но и метакогнитивных навыков и навыков саморегуляции, что позволяет учащимся осознанно и критически воспринимать информацию, получаемую из цифровых источников, и противостоять манипулятивному воздействию, что соответствует рекомендациям ЮНЕСКО о необходимости человекоцентрического подхода к использованию ИИ в образовании, направленного на преодоление диспропорций и содействие инклюзивности [1]. Технологические решения, разрабатываемые в рамках европейского подхода к обеспечению медиабезопасности в контексте использования ИИ в образовании, включают системы мониторинга и анализа эмоционального состояния учащихся, позволяющие выявлять признаки стресса, тревоги или негативного влияния цифровой среды, что особенно актуально в свете исследований, отмечающих, что одной из причин, по которым учащиеся, обучающиеся в реальных сценариях с мобильными устройствами, получают неблагоприятные результаты обучения, является их высокая когнитивная нагрузка. Примечательно, что внедрение ИИ-систем в европейское образовательное пространство сопровождается развитием

механизмов обеспечения кибербезопасности, что отражено в резолюции Европейского парламента от 7 октября 2021 г. о возможностях киберзащиты в Европейском союзе, рассматривающей образовательные учреждения как критически важные объекты информационной инфраструктуры, требующие особого внимания с точки зрения защиты от кибератак и несанкционированного доступа к персональным данным обучающихся [2].

Вместе с тем, несмотря на значительный потенциал искусственного интеллекта для обеспечения медиабезопасности в образовательной среде, его интеграция в европейское образование сталкивается с существенными вызовами, включая этические опасения, проблемы конфиденциальности данных, цифровой интеграции и неравенства в технологическом развитии различных регионов, причем если страны Западной Европы успешно внедряют ИИ-системы, то многие государства Восточной Европы испытывают недостаток финансирования и инфраструктуры для масштабного внедрения аналогичных решений. Преодоление данных вызовов требует разработки комплексных стратегий, обеспечивающих справедливое и ответственное использование искусственного интеллекта для целей образования и медиабезопасности.

Источники

1. Nizzolino, S. Artificial Intelligence in the European approach to Education: Perspectives, perceptions, and mistrust // In Formazione & insegnamento. – 2024. – № 22 (2). – P. 73–82.

2. Филипова, И. Искусственный интеллект: европейский подход к регулированию // Journal of Foreign Legislation and Comparative. – 2023. – № 19 (2). – С. 54–65.

3. Wang, Q. General Discussion of Relationship Between Artificial Intelligence and Education and the Effect of Artificial Intelligence on Education // Lecture Notes in Education Psychology and Public Media. – 2025. – № 84. – P. 144–149.

4. AlUbaidani, K. S., AlMazroei, A. K. Artificial intelligence in serving the education in European countries // Contemporary Studies Journal in Education and Psychology. – 2025. – №2 (1). – P. 1–20.

5. Arya, R., Verma, A. Role of Artificial Intelligence in Education // International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. – 2024. – № 4 (2). – P. 589–594.

6. Nguyen, A. Ngo, H. Ethical principles for artificial intelligence in education // Education and Information Technologies. – 2022. – № 28. – P. 4221–4241.

УДК 347

ЦИФРОВЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ И ЭВОЛЮЦИЯ ПРАВА В РОССИИ

Арзамасов Д. Е., Маштаков В. А., Арзамасова А. Г.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
davarzam1@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены этапы правовой реформы в России, а также основные концепции принятия политики в современной России, включая обеспечение национальной безопасности, модернизацию системы права и соблюдение прав человека. Произведено исследование развития цифровых технологий и их влияние на право и адаптацию норм права к требованиям глобализации.

Ключевые слова: правовые реформы, глобализация, модернизация правовой системы, цифровые технологии, права человека.

DIGITAL TRANSFORMATION AND THE EVOLUTION OF LAW IN RUSSIA

Arzamasov D. E., Mashtakov V. A., Arzamasova A. G.
KSPEU, Kazan, Russia
davarzam1@mail.ru

Abstract. This article examines the stages of legal reform in Russia, as well as the main concepts of policy making in modern Russia, including ensuring national security, modernization of the legal system and respect for human rights. The paper examines the development of digital technologies and their impact on law and the adaptation of law norms to the requirements of globalization.

Keywords: legal reforms, globalization, modernization of the legal system, digital technologies, human rights.

Исторический контекст и этапы правовой реформы в России отмечены значительными преобразованиями, отражающиеся в меняющихся политических, экономических и социальных условиях в стране.

Одной из самых ранних и влиятельных реформ была судебная реформа 1864 года, начатая в царствование Николая I и завершенная Александром II. Эта реформа была направлена на устранение неэффективности и несправедливости существующей судебной системы. После большевистской революции советская правовая система характеризовалась репрессиями и отсутствием надлежащей

правовой процедуры. Однако после смерти Сталина в 1953 году произошел сдвиг в сторону уменьшения принудительных аспектов советского законодательства. Распад Советского Союза в 1991 году ознаменовал новую эру правовых реформ в России. Постсоветский период характеризовался усилиями по переходу от коммунистического общества к демократическому. Ключевые реформы включают принятие новой Конституции в 1993 году, создание Конституционного суда и введение суда присяжных.

В последние годы Россия продолжает сталкиваться с трудностями, связанными с правовой реформой, особенно в контексте экономического развития и верховенства закона. Предпринимаются усилия по деполитизации судов и повышению независимости судебной власти. Однако такие проблемы, как коррупция и централизация власти, остаются существенными препятствиями.

В современной России формирование государственной политики основывается на нескольких ключевых концепциях, которые определяют направления деятельности правительства в различных областях. Одним из главных приоритетов является обеспечение национальной безопасности, модернизация правовой системы и соблюдение прав человека.

Национальная безопасность является одним из приоритетов внешней и внутренней политики России. В соответствии с Концепцией внешней политики Российской Федерации, утвержденной в 2023 году, Россия проводит независимый и многовекторный внешнеполитический курс, направленный на поддержание мира и безопасности на глобальной и долгосрочной основе. Это включает в себя участие в международных организациях, сотрудничество с другими странами в борьбе с терроризмом, нераспространении оружия массового уничтожения и урегулировании региональных кризисов [1].

Модернизация правовой системы является важным аспектом внутренней политики России. Правовая политика основывается на определенных идеях и базовых положениях, направленных на модернизацию российского общества. Это предусматривает системные и последовательные преобразования в области законотворчества, правоприменения и толкования законов. Основной целью является разработка эффективного законодательства, которое будет направлено на поиск оптимальных решений проблемы путем выбора наиболее подходящих вариантов развития.

Уважение прав человека является основополагающим принципом государственной политики Российской Федерации. Государственная национальная политика Российской Федерации направлена на создание условий для обеспечения свободы граждан при реализации их национальных интересов и недопущения конституционного переворота. Основными принципами

государственной национальной политики являются пресечение деятельности, направленной на подрыв безопасности государства и нарушение межнационального мира и согласия, а также поддержка социально ориентированных некоммерческих организаций, обеспечивающих сохранение и защиту самобытности, культуры, языка и традиций народов Российской Федерации [2].

Все эти принципы тесно взаимосвязаны и дополняют друг друга. Экономика национальной безопасности создает условия для стабильного развития общества, что, в свою очередь, способствует развитию прогрессивной правовой системы. Эффективная правовая система защищает права человека и поддерживает международные соглашения. Таким образом, политика современной России основана на комплексном подходе, который учитывает все эти аспекты с целью достижения общих принципов и создания общих интересов.

Развитие цифровых технологий оказывает значительное влияние на правовую систему, изменяя как саму природу правовых отношений, так и способы их регулирования. Это влияние проявляется в нескольких ключевых аспектах.

Цифровые технологии произвели революцию в сборе и обработке данных, имеющих непосредственное отношение к юридической сфере. Теперь юридические документы, судебные дела и другие юридические материалы можно хранить и обрабатывать в электронном виде, что повышает скорость и точность их обработки. Это позволяет судебным органам и юридическим фирмам более эффективно управлять информацией и принимать обоснованные решения [3].

Распространение цифровых платформ и онлайн-сервисов меняет традиционные бизнес-процессы, включая юридические услуги. Юридические консультации, подачу исков и другие юридические процедуры теперь можно проводить онлайн, что повышает доступность юридической помощи для граждан и бизнеса. Это также создает новые модели предоставления юридических услуг, такие как онлайн-консультации и автоматизированные юридические услуги.

Комплексные цифровые технологии, такие как блокчейн, искусственный интеллект и Интернет вещей (IoT), оказывают значительное влияние на правовую систему. Например, технологии блокчейна обеспечивают прозрачность и безопасность транзакций, которые могут быть использованы для создания надежных и неизменяемых юридических документов. Искусственный интеллект может помочь в анализе юридических данных и прогнозировании исхода судебных дел [4].

Развитие цифровых технологий также создает новые правовые проблемы. Например, вопросы конфиденциальности данных, кибербезопасности и интеллектуальной собственности становятся все более актуальными. Это требует адаптации правовых систем к новым реалиям и разработки соответствующих нормативных изменений. Правительства и международные организации работают над созданием новой правовой базы, которая сможет регулировать использование цифровых технологий и защищать права граждан в цифровой среде.

Развитие цифровых технологий оказывает глубокое влияние на правовую систему, изменяя способы сбора и обработки данных, предоставления юридических услуг и регулирования правовых отношений. Понимание этих изменений и адаптация правовых систем к новым технологиям является ключом к обеспечению эффективного и справедливого правового регулирования в эпоху цифровых технологий.

Также стоит упомянуть и процесс глобализации, которая привела к необходимости сближения национальных правовых систем, что проявляется в процессах гармонизации и унификации. Эти процессы направлены на создание виртуального правового пространства, способного эффективно регулировать трансграничные отношения. Однако в отношении научных исследований это не должно становиться самоцелью, поскольку чрезмерная интенсификация может привести к прямо противоположным результатам.

Глобализация также приводит к трансформации государственного суверенитета. Роль государства на международной арене меняется, а его возможности в регулировании общественных отношений снижаются. Это означает, что государство должно адаптироваться к новым реалиям и делегировать часть своей ответственности международным организациям и наднациональным структурам.

Международное частное право развивается в условиях глобализации. Растущее число субъектов нормотворчества, актуализация института автономной ответственности и создание новых практик в области коллизионного трансграничного и материального регулирования трансграничных отношений - все это характеризует международное частное право.

Глобализация приводит к ослаблению позиций государства в регулировании общественных отношений и выполнении социальных функций. Вместо этого возрастает роль и значение норм и соблюдения международных прав. Это требует адаптации правовых систем к новым технологиям и реалиям, включая цифровизацию и другие сложные технологии.

Так, адаптация норм в области прав человека к требованиям глобализации – это новый процесс, требующий комплексного подхода. Гармонизация и

унификация правовых систем, трансформация государственного суверенитета и сохранение прав частного сектора – все эти аспекты должны быть тщательно рассмотрены для обеспечения эффективного и справедливого правового регулирования в глобализированном мире. Правовые системы должны быть готовы к изменениям и адаптации, чтобы поддерживать стабильность и порядок во все более расширяющемся мире [5].

В заключение можно сказать, что перспективы развития права в России включают модернизацию законодательной системы, гармонизацию и унификацию правовых норм, развитие принципов частного права, повышение эффективности реформ, укрепление авторитета права и адаптацию к процессам глобализации. Эти направления предусматривают комплексный подход к совершенствованию системы противодействия, которая необходима для поддержания стабильности и порядка в современном обществе.

Источники

1. Карасева М.В. Финансовое право России: новые проблемы и новые подходы. // Государство и право. 2023. №12. С. 5-13.

2. Бойков А., Скворцов К., Рябцев В. Проблемы развития правового статуса Российской прокуратуры // Уголовное право. 2019. № 2. С. 15.

3. Левашов В. К. Морально-политическая консолидация российского общества в условиях неолиберальных трансформаций // Социологические исследования. 2021. № 7. С. 41. 9

4. Статистика. Об утверждении мировых соглашений арбитражными судами Российской Федерации в 2001–2004 годах // Вестник ВАС РФ. 2022. №2.

5. Радаев В. В., Шкаратан О. И. Социальная стратификация. М. 2021. С. 50–51.

УДК 621-313.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРИЕМА АБИТУРИЕНТОВ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ЦИФРОВОГО РЕШЕНИЯ

Байкалова Екатерина Романовна, Яхонтова Ирина Михайловна
ФГБОУ ВО «КубГАУ» им И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия
03_katerinka_03@mail.ru

Аннотация. В статье предложено повышение эффективности процесса приема абитуриентов на основе внедрения специализированного цифрового решения.

Ключевые слова: эффективность, бизнес-процесс, цифровое решение, разработка.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE ADMISSION PROCESS BASED ON THE IMPLEMENTATION OF A SPECIALISED DIGITAL SOLUTION

Baikalova Ekaterina Romanovna, Yakhontova Irina Mikhailovna
KubSAU, Krasnodar, Russia
03_katerinka_03@mail.ru

Abstract. The article proposes to increase the efficiency of the admission process for applicants by implementing a specialized digital solution.

Keywords: efficiency, business process, digital solution, development.

На сегодняшний день большое количество абитуриентов осуществляют подачу документов в различные учебные заведения. При большом потоке абитуриентов учебные заведения часто не справляются с обработкой поданных документов. Прием документов занимает значительное количество времени и требует больших усилий для обработки данных. Для автоматизации данного процесса нами предлагается бизнес-идея «Разработка модуля «Прием абитуриентов».

Информационная система подразумевает электронный учет абитуриентов. Данные будут вноситься сразу при подаче в поля модуля и будут формировать личную карточку абитуриента. После сформированной карточки модуль позволит формировать рейтинговые списки. Основная идея реализуемого модуля – это перевод работы приемной комиссии в электронный формат.

Актуальность данной бизнес-идеи для организаций состоит в первую очередь в автоматизации процессов приема учебных заведений. Автоматизация касается непосредственно сферы образования. Разработка предложенного нами

модуля позволить автоматизировать процесс подачи документов, посредством снижения количества ошибок. Модуль позволит значительно ускорить обработку заявлений от абитуриентов. Так же актуальность данной идеи заключается в оптимизации работы приемной комиссии. Модуль позволит сотрудникам быстрее обрабатывать заявления, а также вести учет поступающих и одним нажатие кнопки формировать списки зачисленных студентов по различным специальностям.

В сою очередь бизнес-идея актуальна и для абитуриентов. В модуле будет реализована подача документов онлайн, через портал ГосУслуг. Таким образом абитуриенту не обязательно ехать и подавать документы в личном присутствии, это поможет повысить конкурентоспособность организации. Абитуриент сможет отслеживать статус своей заявки и получать уведомления о результатах.

Эксклюзивность нашей идеи заключается в наличии индивидуальных настроек для каждой учебной организации, возможность интеграции с существующими системами организации, реализация многоканального взаимодействия, а именно реализация связи с различными каналами связи (электронная почта, ГосУслуги).

Модуль предлагает свои услуги для учебных заведений разного уровня образования. Основными предполагаемыми клиентами пользования данной системы являются сотрудники приемных комиссий учебных заведений.

Предложенный модуль будет являться конкурентоспособным поскольку в настоящее время присутствует достаточное количество конкурентов, работающих в примерном направлении, а именно нами были выявлены следующие конкуренты: Bitrix24 и Insoft. Bitrix24 компания, которая предлагает готовые решения для автоматизации различных аспектов образовательной деятельности. В компании предложенная CRM-система может адаптироваться для обработки заявлений абитуриентов. В свою очередь компания Insoft специализируется на разработке программного обеспечения, они предлагают разработчик информационных систем для образования, который предлагает индивидуальные решения. При сопоставлении нашей предложенной бизнес-идеи и выявленных основных конкурентов, нами сформированы конкурентные преимущества нашей идеи. К ним мы отнесли: гибкость и адаптацию (настройка модуля под уникальные требования учебного заведения), простая интеграция с существующими системами колледжа, удобство пользования модулем непосредственно для сотрудников, работающих в нем, современные механизмы защиты данных абитуриентов.

Для того, чтобы реализовать бизнес-идею необходимо сформировать список требуемых ресурсов. Предложенные ресурсы мы разделили на три группы: технические, человеческие и финансовые ресурсы.

Технические ресурсы содержат в себе: серверное оборудование, программное обеспечение. Серверное обеспечение включает серверы – высокопроизводительное серверное оборудование для размещения и функционирования модуля, хранилища данных необходимо для безопасного хранения информации о поданных заявлениях, документах и личных карточек абитуриентов, резервное копирование реализует копирование данных для предотвращения потери информации. Программное обеспечение включает операционные системы – лицензионное обеспечение для работы серверов и станций, базы данных лицензия на работу в системе СУБД, различные средства разработки – наличие CRM и ERP.

Группа человеческих ресурсов включает: непосредственно команду разработки, поддерживающую команду консультации. Команда разработки состоит из ведущего разработчика, программиста, менеджера проекта, тестировщика. Поддерживающая команда состоит из техподдержки. Эта команда осуществляет помощь при возникновении проблемных ситуаций у пользователей, а также реализует инструкцию по использованию системы. К команде консультации относят экспертов в образовании, то есть непосредственно сотрудников организации учебного заведения. Это необходимо для уточнения деталей при реализации модуля для организации.

Группа, которая является важной это группа финансовых ресурсов. Данная группа позволяет сформировать и рассчитать реализацию модуля. Финансовая группа содержит в себе такие ресурсы как разработка и внедрение модуля и техническое обслуживание. Разработка и внедрение содержит в себе оплату труда работников команды и обслуживание инфраструктуры при разработке модуля. Техническое обслуживание и поддержка заключается в поддержании модуля информационной системы в рабочем состоянии.

Рассчитаем примерный срок окупаемости предложенной бизнес-идеи. В компании работу над реализацией идеи будут осуществлять 6 человек. Ими являются разработчик, программист, тестировщик, администратор, специалист технической поддержки и менеджер проекта. Примерный бюджет составит 1 950 000 рублей, в него входят: лицензии и программное обеспечение, аппаратное обеспечение, заработная плата сотрудников, услуги сторонних компаний. В лицензии и программное обеспечение входят лицензионное соглашение для операционной системы, баз данных, а также интеграция CRM и ERP систем их стоимость примерно равна 200 000 рублям. Аппаратное обеспечение включает в себя 6 настольных компьютеров и 6 принтеров для удобства индивидуальной работы, где примерная стоимость равна 350 000 рублей. При этом реализация модуля планируется примерно за 3 месяца, а значит заработная плата 6 человек сотрудников проекта составит около 1 350 000

рублей за 3 месяца. Примерная итоговая стоимость разработанного модуля составит 1 950 000 рублей.

Рассчитаем примерный срок окупаемости модуля. Допустим продажа модуля за лицензию составляет 150 000 рублей. В планах продать минимум 20 лицензий в первый год реализации. Доход за первый год составит 3 000 000 рублей. Эксплуатационные расходы составляют 1 350 000 рублей. Тогда чистая прибыль составит 1 650 000 рублей в год. А значит срок окупаемости составит примерно 1 год и 2 месяца.

Источники

1. Беляев Дмитрий Анатольевич, Косенкова Мария Салиховна, Елумеев Дмитрий Андреевич. Информационные технологии и системы в контексте развития современного российского образования. 2024.
2. Великанова, Л. О. К вопросу повышения эффективности бизнес-процесса управления персоналом предприятия / Л. О. Великанова, И. М. Яхонтова // Современная экономика: проблемы и решения. 2017. № 11(95). С. 50-56.
3. Кондратьев В.Ю., Ефимиади Л.К. Экономическая оценка эффективности информационных систем методиками инвестиционного анализа // Современная экономика: проблемы и решения. 2023.
4. Крамаренко Т.А., Фешина Е.В., Лукьяненко Т.В., Крамаренко В.О. К вопросу разработки информационных систем с применением методики интегральной оценки. 2023.
5. Крамаренко Т. А. Подготовка специалистов в системе высшего образования к созданию компьютерных средств обучения / Т. А. Крамаренко // Педагогический профессионализм в образовании: сб. науч. трудов XI Междунар. науч.-практ. конф, посвященной 80-летию НГПУ, ФГБОУ ВПО Новосибирский гос. пед. ун-т. Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2015. Ч. III. С. 103–106.

УДК 32

ПОЛИТИКА ЦИФРОВИЗАЦИИ И НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Белоусова Е. А., Арзамасов Д. Е., Арзамасова А. Г.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Davarzam1@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы правового регулирования персональных данных в условиях процесса цифровизации происходящих в государстве, с акцентом на российское законодательство и научные исследования. Произведен анализ угроз приватности, связанных с обработкой персональных данных в цифровой среде, а также рассматриваются существующие в Российской Федерации правовые механизмы защиты. Предложены направления совершенствования правового регулирования для обеспечения эффективной защиты персональных данных и гарантий приватности в цифровом обществе.

Ключевые слова: персональные данные, цифровизация, цифровая среда, правовое регулирование, законодательство

LEGAL REGULATION OF PERSONAL DATA IN THE ERA OF DIGITALIZATION

Belousova E. A., Arzamasov D. E., Arzamasova.A. G.
KSPEU, Kazan, Russia
Davarzam1@mail.ru, asaraf@mail.ru

Annotation. The article examines the problems of legal regulation of personal data in the context of the digitalization process taking place in the state, with an emphasis on Russian legislation and scientific research. The analysis of threats to privacy related to the processing of personal data in the digital environment is carried out, as well as the existing legal protection mechanisms in the Russian Federation. The directions of improving legal regulation to ensure effective protection of personal data and guarantees of privacy in a digital society are proposed.

Keywords: personal data, digitalization, digital environment, legal regulation, legislation.

В современном мире цифровизация охватила практически все сферы общественной жизни, привела к беспрецедентному росту объемов собираемых и обрабатываемых персональных данных. Этот процесс, безусловно, несет в себе огромный потенциал для развития, однако одновременно создает серьезные вызовы для защиты приватности и безопасности личности. В России, вопросы

нормативно-правового регулирования персональных данных приобретают особую актуальность и значимость.

Проблемы защиты персональных данных в цифровой среде обусловлены несколькими ключевыми факторами: трансграничностью обработки данных, быстрым развитием технологий, недостаточной осведомленностью пользователей о рисках, сложностью понимания технологий, а также непрозрачностью многих процессов обработки. В результате, персональные данные могут быть использованы в целях, не соответствующих воле их субъектов, что создает угрозу как личной безопасности, так и национальной безопасности в целом.

Основным нормативным правовым актом в России, регулирующим отношения в сфере персональных данных, является Федеральный закон от 27 июля 2006 г. №152-ФЗ "О персональных данных" (далее – ФЗ-152) [1]. Закон устанавливает принципы обработки персональных данных, права субъектов данных, обязанности операторов и меры ответственности за нарушения. «Лицо, осуществляющее обработку персональных данных по поручению оператора, несет ответственность перед оператором» [1]. Однако, как отмечают многие российские исследователи, на практике существуют сложности в применении закона, связанные с его недостаточной проработанностью в части регулирования новых технологий и форм обработки данных.

В частности, проблемы возникают в сфере получения согласия на обработку данных, трансграничной передачи данных, а также в контексте повсеместного применения технологий искусственного интеллекта. «В контексте использования трансграничных потоков данных возникает новый разрыв данных, который усугубляет разрывы, связанные с ограниченным цифровым доступом и связью между странами и внутри самих стран».

Основные проблемы в контексте ФЗ-152:

1. Недостаточная определенность понятия "согласие": «Согласие на обработку персональных данных должно быть конкретным, предметным, информированным, сознательным и однозначным» [1], но на практике, эти принципы часто нарушаются.

2. Трудности с трансграничной передачей данных: Передача персональных данных на территорию других государств, особенно в страны, не обеспечивающие адекватного уровня защиты, представляет серьезную проблему [2].

3. Недостаточное регулирование обработки данных с использованием искусственного интеллекта: Автоматизированная обработка данных и профилирование, в которых используется ИИ, не всегда попадают под действующее законодательство. «В отличие от «слабого» искусственного интеллекта «сильный» искусственный интеллект, по сути, способен к

сознательному восприятию поставленной задачи и может контролировать процесс обработки информации» [3].

4. Сложности с механизмом контроля и защиты прав субъектов данных: Субъектам данных сложно контролировать, как именно обрабатываются их данные и куда они передаются, а также добиваться реализации своих прав. «именно в виртуальной среде, посредством использования цифровых технологий и Интернета биометрические данные хранятся, передаются и обрабатываются» [4, 5].

Этапы необходимые для совершенствования правового регулирования защиты персональных данных:

1. Усиление ответственности операторов данных: Необходимо повысить штрафные санкции за нарушения законодательства о персональных данных и усилить контроль за их соблюдением.

2. Совершенствование процедуры получения согласия: Необходимо упростить и сделать более понятной процедуру получения согласия на обработку данных, сделав ее более осознанной.

3. Разработка механизмов контроля за обработкой данных с использованием ИИ: Необходимо разработать законодательство, которое будет регулировать обработку персональных данных с использованием искусственного интеллекта.

4. Усиление международного сотрудничества: Необходимо развивать международное сотрудничество для обеспечения защиты персональных данных в трансграничном пространстве.

5. Повышение уровня цифровой грамотности населения: Необходимо проводить работу по повышению уровня цифровой грамотности населения, чтобы люди могли сами защищать свои права.

Таким образом, правовое регулирование персональных данных в эпоху цифровизации представляет собой сложную и динамично развивающуюся область, требующую постоянного совершенствования и внимания. Российское законодательство, в частности ФЗ-152, является важной основой для защиты персональных данных, однако оно нуждается в дальнейшем развитии с учетом новых вызовов и технологий. Усиление ответственности операторов, совершенствование механизмов согласия, разработка регулирования в сфере ИИ, усиление международного сотрудничества и повышение цифровой грамотности населения являются ключевыми направлениями для обеспечения эффективной защиты персональных данных и гарантий приватности в российском цифровом обществе.

Источники

1. Федеральный закон "О персональных данных" от 27.07.2006 №152-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 18.02.25).

2. Восс У.Г. Трансграничные потоки данных, общий регламент защиты персональных данных и управление данными / У.Г. Восс // Вестник международных организаций, 2022. Т. 17. № 1. С. 47.

3. Калятин В.О. Проблема машинного творчества в системе права: регулирование создания и использования результатов интеллектуальной деятельности с применением искусственного интеллекта, зарубежный опыт и российские перспективы: учебное пособие / В.О. Калятин. Москва: Издательский дом «Высшей школы экономики», 2021. С. 28.

4. Богдановская А.Д. Разнообразие видов персональных данных и сложность их защиты в 21 веке / А.Д. Богдановская // Евразийский Союз Учёных. Юридические науки, 2020. С. 15.

5. Григорьева М. О. Формирование баз данных обучающихся с использованием биометрических параметров / М. О. Григорьева, А. Г. Арзамасова // Тинчуринские чтения: материалы XIV международной молодежной научной конференции. Том 3. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. С. 343-346.

УДК 373.1

КОНЦЕПЦИЯ ЭКОСИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ DLE ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Богданова Елена Александровна, Чаусянская Екатерина Дмитриевна
ФГБОУ ВО «ПГУТИ», г. Самара, Россия
chausiansckaya@yandex.ru

Аннотация. В статье приводится концепция использования системы управления контентом DataLife Engine (DLE) для создания инклюзивной образовательной экосистемы. Рассматриваются особенности DLE для обеспечения доступности информации, поддержки учащихся с особыми потребностями и создания интерактивной платформы. Задачи исследования включают: анализ преимуществ и ограничений DLE для инклюзивного образования; определение ключевых элементов инклюзивной образовательной экосистемы на базе DLE; разработка рекомендаций по настройке, адаптации и расширению функциональности DLE для поддержки учащихся с различными образовательными потребностями.

Ключевые слова: DataLife Engine (DLE), инклюзивное образование, образовательная экосистема, доступность, образовательные потребности.

THE CONCEPT OF A DLE-BASED ECOSYSTEM FOR THE DEVELOPMENT OF INCLUSIVE EDUCATION

Bogdanova Elena Aleksandrovna, Chausiansckaya Ekaterina Dmitrievna
PSUTI, Samara, Russia
chausiansckaya@yandex.ru

Abstract. The article presents the concept of using the DataLife Engine (DLE) content management system to create an inclusive educational ecosystem. Discusses the features of DLE to ensure that information is accessible, that students with special needs are supported, and that they create an interactive platform. The objectives of the research include: analysis of the benefits and limitations of DLE for inclusive education; identification of key elements of an inclusive educational ecosystem based on DLE; developing recommendations for configuring, adapting, and extending DLE functionality to support students with diverse educational needs.

Keywords: DataLife Engine (DLE), inclusive education, educational ecosystem, accessibility, educational needs.

Трансформация системы образования в соответствии с современными вызовами неизбежна, а технологии, являющиеся сегодня драйверами масштабных социально-экономических преобразований в обществе, обладают

огромным потенциалом использования на разных ступенях учебного процесса [1]. Ключевым драйвером является создание образовательной среды, доступной для всех категорий обучающихся, независимо от их индивидуальных особенностей и потребностей. Инклюзивное образование, обеспечивающее равные возможности и поддержку для каждого, становится приоритетным направлением развития образовательной системы.

Понятие «экосистемы» получило распространение в исследованиях о развитии образования в начале XXI века, однако общепринятого определения до сих пор не существует. Часто термин «экосистема» в сфере образования применяется для обозначения совокупности образовательных технологических решений, доступных для образовательных учреждений и индивидуальных обучающихся [2]. Важно выявить, какие компоненты и функциональные возможности необходимо реализовать в рамках образовательной экосистемы для эффективной поддержки инклюзивного образования.

Образовательную экосистему можно определить, как взаимосвязанное образовательное пространство, объединяющее институциональных и индивидуальных участников (провайдеров образования), оперирующих различными образовательными ресурсами для индивидуального и коллективного обучения. Целью данной статьи является исследование возможности адаптации системы управления контентом DataLife Engine (DLE) для создания такой образовательной экосистемы, способствующей развитию инклюзивного образования.

Анализ DLE как платформы для инклюзивного образования

DLE (DataLife Engine) – система управления контентом (CMS), разработанная Российской компанией «Софтньюс Медиа Групп». Данная система ориентирована на создание новостных сайтов, блогов и интернет-СМИ. Учитывая то, что данная система не является специализированной образовательной платформой, но она обладает рядом характеристик, которые делают ее удобной для создания инклюзивной образовательной среды.

Рассмотрим некоторые из них:

– простота и удобство использования: DLE предоставляет достаточно понятный интерфейс, не требующий глубоких технических знаний для создания и управления информацией;

– гибкость и расширяемость: DLE можно расширить с помощью дополнительных модулей, что позволяет модифицировать платформу для решения задач узкого спектра;

– настраиваемая система управления пользователями: DLE позволяет создавать различные роли пользователей (ученики, преподаватели, ассистенты, родители) и назначать им различные права доступа;

– SEO-ориентированность: встроенные инструменты SEO-оптимизации помогают улучшить видимость контента в поисковых системах, что способствует расширению аудитории и привлечению внимания к вопросам инклюзивного образования;

– экономически выгодна: DataLife Engine известна своей простотой в освоении и использовании, что может значительно снизить затраты на обучение персонала и разработку. Также, DLE хоть и является коммерческой, но стоимость лицензии, как правило, ниже, чем у многих других коммерческих CMS с аналогичным функционалом (например, Adobe Experience Manager, Sitecore, Episerver).

Однако, необходимо учитывать и ограничения DLE в контексте инклюзивного образования:

– отсутствие встроенных средств для адаптивного обучения: DLE не предоставляет готовых инструментов для адаптации контента к уровню знаний и потребностям каждого ученика, что требует дополнительных разработок.

– ограниченные возможности для оценки знаний: платформа не имеет встроенных систем для проведения онлайн-тестов и автоматической проверки заданий, что может усложнить процесс оценки успеваемости.

Несмотря на эти ограничения, гибкость и простота DLE делают ее перспективной платформой для создания инклюзивной образовательной среды, требующей индивидуального подхода к каждому ученику.

Ключевые компоненты инклюзивной образовательной экосистемы на базе DLE

Основой инклюзивного образования считают развитие личности. Каждый ребенок с детства получает моральный, физический, социальный, коммуникативный опыты. Инклюзивное образование позволяет заложить основы личности, у которой будет возможность стать полноценным членом социально-общественной жизни и не чувствовать себя «лишним». Сама инклюзия основывается на индивидуализме. Каждый человек имеет свои уникальные черты, интересы, психические и физические особенности, поэтому к процессу обучения каждого ребенка необходимо подходить в индивидуальном порядке[3].

Задачи инклюзивного образования детей с особыми образовательными потребностями сформулированы Н.Н. Малофеевым [3]:

– создание единой образовательной среды для детей, имеющих разные стартовые возможности;

– развитие потенциальных возможностей детей с особенностями психофизического развития в совместной деятельности со здоровыми сверстниками;

– организация системы эффективного психолого-педагогического сопровождения процесса инклюзивного образования.

На основе вышеперечисленного, необходимо реализовать следующие ключевые компоненты:

1. Обеспечение доступности контента:

– использование альтернативных форматов: предоставление учебных материалов в различных форматах (текст, аудио, видео, презентации);

– обеспечение текстовых альтернатив для нетекстовых элементов: добавление текстовых описаний для всех изображений, графиков и аудиовизуальных материалов;

– структурирование контента: использование четких заголовков, подзаголовков, списков и других элементов для облегчения навигации по контенту и улучшения его понимания;

– использование доступных цветовых схем и шрифтов: Выбор контрастных цветовых схем и удобочитаемых шрифтов для обеспечения комфортного чтения для всех пользователей;

– обеспечение поддержки клавиатурной навигации: предоставление возможности управления сайтом с помощью клавиатуры, что необходимо для пользователей, не имеющих возможности использовать компьютерную мышь;

– соответствие стандартам доступности (WCAG): следование требованиям Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) для обеспечения максимальной доступности контента для людей с инвалидностью.

2. Интеграция средств поддержки и адаптации:

– модуль преобразования текста в речь (Text-to-Speech): позволяет преобразовывать текст на странице в речь, что особенно полезно для учащихся с дислексией и нарушениями зрения;

– модуль изменения размера шрифта: предоставляет возможность изменять размер шрифта для улучшения читаемости текста;

– модуль настройки цветовой схемы: настройка цветовой схемы;

– инструменты для создания и редактирования субтитров: позволяют добавлять субтитры к видеоматериалам для обеспечения доступности контента для учащихся с нарушениями слуха;

– интеграция с онлайн-словарями и переводчиками: обеспечивает быстрый доступ к словарям и переводчикам для облегчения понимания сложных текстов.

3. Обеспечение интерактивности и вовлеченности:

– использования интерактивных элементов: включение в учебные материалы интерактивных элементов, таких как опросы, викторины, тесты, игры и симуляции;

– организации форумов и дискуссий: создание площадок для общения и обмена опытом между учащимися и преподавателями;

– предоставления возможности для совместной работы над проектами: создание инструментов для совместной работы над проектами, обмена идеями и результатами.

Также, важно учитывать персонализацию обучения для удовлетворения индивидуальных потребностей учащихся и обеспечение поддержки и обратной связи для успешного обучения.

Практические шаги по созданию инклюзивной образовательной экосистемы на базе DLE

1. Выбор шаблона, соответствующего стандартам доступности (WCAG) и адаптивного к различным устройствам.

2. Установка модулей, расширяющих функциональность DLE для обеспечения доступности, интерактивности, персонализации и поддержки.

3. Разработка учебных материалов, основанных на принципах доступности и индивидуализации обучения.

4. Настройка ролей пользователей с различными правами доступа для персонализированного опыта.

5. Обучение преподавателей использованию DLE и создание доступного контента, а также организация мониторинга для выявления проблем и улучшения экосистемы.

Создание инклюзивной образовательной экосистемы на базе DLE представляет собой перспективное направление, которое позволяет обеспечить равный доступ к образованию для всех учащихся, независимо от их индивидуальных особенностей и потребностей. DataLife Engine (DLE), благодаря своей простоте, гибкости и расширяемости, может служить надежной основой для создания такой экосистемы.

Источники

1. Иванова С.В., Масленникова Е.В. Цифровая трансформация образования: переход к экосистемам // Вестник Минского университета. 2020. Т. 8, № 1. С. 25-29

2. Образование для сложного общества. Доклад Global Education Futures / Пер. с англ.: Agency for International Cooperation. Под ред. П. Лукши, П. Рабиновича, А. Асмолова. 2018 [Электронный ресурс]. URL: https://vbudushee.ru/upload/documents/obr_sloj_obsh.pdf

3. Малофеев, Н.Н. Концепция федерального государственного образовательного стандарта для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья [Электронный ресурс]. URL: https://sh1-pyatigorsk-r07.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/userfiles/docs/OVZ/koncepciya-fgos-dlya-detej-s-ovz.pdf.

УДК 004

АНАЛИЗ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИЙ

Васильев Николай Алексеевич, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

Аннотация. В условиях цифровизации и роста популярности удаленного взаимодействия онлайн-конференции стали играть важную роль в образовательном, деловом и социальном мире. Актуальность данного исследования обусловила необходимость выбора программного продукта, отвечающего на запросы пользователей, и разработки рекомендаций для создания новых программных решений. В статье представлен сравнительный анализ популярных платформ для онлайн-конференций с акцентом на их возможности, стоимость и удобство использования. Анализ показал, что выбор платформы зависит от предпочтений пользователей, масштаба мероприятий и технических ограничений программного продукта, в результате чего необходимо изменение характеристик и развитие рынка.

Ключевые слова: онлайн-конференции, сравнительный анализ, онлайн, видеоконференции, функциональность, цифровые инструменты, удаленное взаимодействие.

ANALYSIS OF VIDEOCONFERENCING PLATFORMS

Vasiliev Nikolay Alekseevich, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia

Annotation. With digitalisation and the growing popularity of remote interaction, online conferencing has come to play an important role in the educational, business and social world. The relevance of this study has necessitated the selection of a software product that meets the needs of users and the development of recommendations for the creation of new software solutions. The paper presents a comparative analysis of popular online conferencing platforms with a focus on their features, cost and usability. The analysis showed that the choice of platform depends on user preferences, the scale of events and technical limitations of the software product, resulting in the need for changes in features and market development.

Keywords: online conferencing, comparative analysis, online, video conferencing, functionality, digital tools, remote interaction.

Современные условия, связанные с развитием технологий и глобальными изменениями в способах коммуникации, сделали онлайн-конференции неотъемлемой частью профессиональной и социальной жизни. Платформы для видеоконференций обеспечивают пользователей инструментами для проведения встреч, деловых переговоров, образовательных мероприятий и взаимодействия в реальном времени. Разнообразие доступных платформ создает необходимость их сравнительного анализа для выбора наиболее подходящего решения.

Целью данной статьи является проведение сравнительного анализа популярных информационных систем для онлайн-конференций (таких как Zoom, Google Meet, SherJazz, VK Звонки) с учетом их функционала, стоимости и удобства применения. Исследование опирается на систематизацию данных о платформах и разработку рекомендаций для создания программного продукта, который устранит недостатки существующих аналогов и удовлетворит современные требования пользователей.

Объект исследования: платформы для организации онлайн-конференций. Предмет исследования: функциональные возможности платформ, их влияние на эффективность взаимодействия и особенности применения.

Актуальность темы подтверждается ростом спроса на онлайн-коммуникации. По статистическим данным рынок видеоконференций будет расти, что подтверждает востребованность таких инструментов. Но пользователи сталкиваются с вызовами: ограничения по времени встреч, сложность интеграции с другими сервисами, вопросы безопасности данных и неудобство удаленного подключения. Решение этих проблем требует анализа существующих инструментов и поиска оптимальных решений.

Платформы для онлайн-конференций предоставляют базовые функции: видеосвязь, экранную демонстрацию, чаты и управление участниками. Однако различия в дополнительных возможностях, стоимости и требованиях к системе делают их применение для разных аудиторий неодинаковым. Например, такие платформы, как Zoom и Google Meet, предлагают расширенные функции для профессионального использования.

Применение таких систем позволяет оптимизировать процессы организации встреч, минимизировать затраты на логистику и повысить доступность коммуникации. Это особенно важно в образовательной сфере, где преподаватели и студенты нуждаются в удобных инструментах для дистанционного обучения, а также в бизнесе, где команды работают удаленно. Но такие недостатки, как отсутствие записи встреч в некоторых системах, ограничения по времени или высокая стоимость подписки, могут создавать сложности. Наличие платной подписки для записи личных встреч снижают их универсальность. Большинство исследований фокусируется на отдельных платформах, а комплексный сравнительный анализ остается недостаточно представленным. Это подтверждает необходимость данного исследования.

К популярным информационным системам относятся Яндекс Телемост, Zoom, Google Meet, SberJazz, VK Звонки. Для анализа выбраны три платформы: Яндекс.Телемост, Zoom и Google Meet. Результаты анализа визуализированы с помощью лепестковой диаграммы (рис. 1), где критерии оценивались по 10-балльной шкале (10 – наилучший показатель).

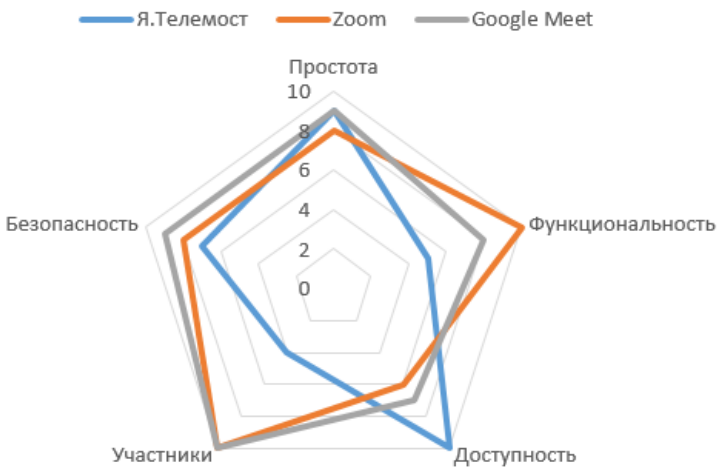


Рис. 1. Лепестковая диаграмма сравнения систем

Анализ показал, что Zoom и Google Meet превосходят Яндекс.Телемост по функциональности, но уступают в отсутствии временных ограничений. Выбор платформы зависит от приоритетов: простота и бесплатность (Яндекс.Телемост), профессиональные функции (Zoom) или интеграция с экосистемой (Meet).

На основе проведенного исследования популярных платформ предложены характеристики идеального программного продукта для видеоконференций: простота подключения (вход по ссылке без необходимости регистрации); отсутствие временных отключений, как в Яндекс Телемост и ВК Звонки; возможность записи встреч – обязательная функция, как в Zoom; интеграция: поддержка календарей и мессенджеров; безопасность: высокий уровень защиты данных; универсальность: поддержка большого числа участников и отсутствие ограничений; пользовательские системы: организация конференций (создание встреч, управление ими), участники (подключение, участие в чате), администраторы (настройка безопасности).

Платформы для онлайн-конференций играют важную роль в обеспечении удаленного взаимодействия. Проведенное исследование выявило сильные и слабые стороны существующих сервисов. Была предложена основа для проектирования нового программного продукта с необходимостью учитывать простоту использования, функциональность и безопасность, чтобы поддержать запросы современных пользователей.

Источники

1. Силкина О.Ю., Зарипова Р.С. Массовые открытые онлайн-курсы как инструмент непрерывного образования // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы Двадцатой открытой Всероссийской конференции. Москва, 2022. С. 318-319.

УДК 004.942

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ КУРСОВ ПО АДДИТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ

Вдовина Виктория Александровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
vik.ktor.ria@mail.ru

Аннотация. В тезисе рассматриваются экономические аспекты, связанные с внедрением курсов по аддитивным технологиям в образовательные учреждения. Анализируются затраты на приобретение оборудования, программного обеспечения, обучение преподавателей и расходные материалы. Оцениваются выгоды, включающие повышение конкурентоспособности выпускников на рынке труда, привлечение дополнительного финансирования, развитие научных исследований и коммерциализацию разработок. Исследуются различные модели финансирования и управления курсами по АТ. Результаты анализа позволяют оценить экономическую целесообразность внедрения курсов по аддитивным технологиям и предложить рекомендации по оптимизации затрат и повышению их эффективности.

Ключевые слова. Аддитивные технологии, 3D-печать, образование, экономическая эффективность, инвестиции, затраты, выгоды, модели финансирования, профессиональное образование, кадры, промышленность.

ECONOMIC ASPECTS OF THE INTRODUCTION OF COURSES ON ADDITIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Vdovina Viktoria Alexandrovna,
KSPEU, Kazan, Russia
Vadd_93@mail.ru

Abstract. The thesis examines the economic aspects related to the introduction of courses on additive technologies in educational institutions. The costs of purchasing equipment, software, teacher training, and supplies are analyzed. The benefits are assessed, including increasing the competitiveness of graduates in the labor market, attracting additional funding, developing scientific research and commercializing developments. Various models of financing and management of AP courses are being investigated. The results of the analysis make it possible to assess the economic feasibility of introducing courses on additive technologies and offer recommendations on cost optimization and improving their effectiveness.

Keywords. Additive technologies, 3D printing, education, economic efficiency, investments, costs, benefits, financing models, vocational education, personnel, industry.

Современное образование активно трансформируется под влиянием технологических изменений, происходящих в промышленности и цифровой экономике. Одним из наиболее значимых направлений этой трансформации является интеграция аддитивных технологий – совокупности методов послойного создания изделий, более известных как 3D-печать, в образовательную среду [1]. Школы, колледжи, вузы, инженерные кружки и технопарки всё чаще внедряют соответствующие курсы и модули в свои учебные программы. Однако, помимо технологического и методического обоснования, все чаще поднимается вопрос экономической целесообразности этих инициатив.

Данная статья посвящена рассмотрению ключевых экономических факторов, которые следует учитывать при разработке и реализации образовательных программ, связанных с 3D-моделированием и 3D-печатью. Речь пойдет не только о затратах, но и о потенциальной отдаче от инвестиций, косвенных выгодах, механизмах финансирования и долгосрочных эффектах.

Внедрение курсов по аддитивным технологиям требует определенных стартовых вложений. Базовый комплект оборудования для образовательных целей может включать:

1. 3D-принтеры (FDM, SLA или другие);
2. расходные материалы (пластики, фотополимеры);
3. компьютеры с установленным CAD-софтом;
4. системы фильтрации воздуха и безопасности;
5. помещения, адаптированные под технические классы.

Стоимость начального комплекта для одного учебного пространства варьируется от 200 тыс. до 1,5 млн рублей в зависимости от сложности оборудования и количества рабочих мест. С точки зрения инвестора — будь то государственный орган, частный образовательный центр или грантодатель — такая сумма требует четкого экономического обоснования и оценки возврата инвестиций.

Важно учитывать, что срок службы большинства компонентов (особенно при соблюдении регламентов) составляет 3–5 лет, что позволяет распределить затраты по годам и сопоставить их с числом обучающихся и количеством реализованных проектов.

Ежегодное содержание лаборатории аддитивных технологий связано с регулярными расходами:

1. закупка расходных материалов;
2. техобслуживание оборудования;
3. обновление программного обеспечения;

4. обучение преподавателей;

5. модернизация и амортизация.

Суммарные текущие затраты составляют от 50 до 200 тыс. рублей в год на одну учебную лабораторию, что также требует внимания со стороны администраций. Однако эти издержки могут быть частично или полностью компенсированы:

- Федеральными и региональными программами поддержки цифрового образования;
- грантами от частных фондов и компаний (например, в рамках программ корпоративной социальной ответственности);
- партнёрством с индустриальными предприятиями, заинтересованными в подготовке кадров;
- внебюджетными средствами — например, платными курсами для школьников и взрослых.

Для образовательной организации важно не только покрыть затраты, но и оценить, какую отдачу приносят курсы по аддитивным технологиям:

1. Рост конкурентоспособности учреждения. Наличие современных лабораторий позволяет привлекать большее количество абитуриентов, особенно мотивированных на инженерное и техническое образование.

2. Повышение среднего балла и качества контингента. Образовательные программы с практической направленностью чаще выбирают учащиеся с высоким уровнем подготовки.

3. Участие в конкурсах, олимпиадах, хакатонах — как способ получения дополнительного финансирования и престижа.

4. Монетизация через дополнительное образование. Курсы 3D-моделирования и печати могут предлагаться учащимся других школ, студентам, взрослым.

Экономическая эффективность внедрения курсов по 3D-печати заметно возрастает при масштабировании. Чем больше обучающихся проходят через лабораторию, тем ниже удельные затраты на одного человека. Примерная оценка показывает, что:

- при обучении 100 человек в год стоимость одного учебного часа с учетом всех затрат — около 250–400 рублей;
- при обучении 300–400 человек в год — удельная стоимость снижается до 100–150 рублей;
- при подключении к платным программам — проект может выходить на самоокупаемость.

Кроме того, ROI в образовании включает нематериальные активы – повышение престижа, формирование цифровых компетенций, развитие связей с

промышленными партнерами и т.д., что также оказывает влияние на устойчивое развитие учреждения.

Не следует забывать, что обучение аддитивным технологиям открывает для студентов и школьников новые экономические возможности:

1. Участие в проектах и конкурсах с денежными грантами.

2. Выполнение заказов на 3D-печать (например, сувениры, макеты, детали) – источник дохода и практики.

3. Формирование собственного портфолио, повышающего шансы на поступление в вуз или трудоустройство.

4. Предпринимательская активность – запуск стартапов в сфере проектирования и цифрового производства.

С учётом развития рынка труда и увеличения спроса на специалистов в сфере цифрового производства, аддитивные технологии становятся неотъемлемой частью системы подготовки кадров. Курс по 3D-моделированию перестает быть «дополнительным» и становится базовым элементом цифровой грамотности.

Внедрение курсов по аддитивным технологиям в образовательные учреждения – это не только шаг навстречу цифровому будущему, но и экономически обоснованная мера [2]. При грамотном подходе она позволяет достичь баланса между затратами и выгодами, расширить образовательные возможности, повысить конкурентоспособность учреждения и открыть новые горизонты для учащихся. Ключевым условием эффективности является комплексный подход, включающий стратегическое планирование, устойчивое финансирование, квалифицированные кадры и взаимодействие с внешней средой — промышленностью, рынком труда и научным сообществом.

Источники

1. Абдуллина, А. А. Повышение цифровой компетентности в образовании на примере проекта "Школа цифрового производства" / А. А. Абдуллина, В. Э. Зинуров, А. И. Юмадилова // Перспективы науки. 2024. № 11(182). С. 41-43.

2. Абдуллина, А. А. Школа цифрового производства / А. А. Абдуллина, В. Э. Зинуров, А. М. Мугинов // XXVI Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета. Нижневартовск: Нижневартовский государственный университет, 2024. С. 292-295.

УДК 004.9:376.1

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА И ИНКЛЮЗИВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Выгоняйло Клим Владимирович, Маняев Артём Альбертович, Борисов Виталий Валерьевич
ФГБОУ ВО «ПГУТИ», г. Самара, Россия
mjchi023@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается внедрение цифровой экосистемы в рамках инклюзивного образования. Представлены методики обучения с использованием современных технологий, подкрепляя тезисы результатами исследований и примерами их успешной интеграции.

Ключевые слова: инклюзивное образование, цифровая экосистема, ОВЗ, технологии, интеграция.

THE DIGITAL ECOSYSTEM AND INCLUSIVE EDUCATION

Vygonyailo Klim Vladimirovich, Manyaev Artem Albertovich, Borisov Vitaly Valerievich
PSUTI, Samara, Russia
mjchi023@gmail.com

Annotation. The article discusses the implementation of a digital ecosystem within the framework of inclusive education. Teaching methods using modern technologies are presented, supporting the theses with research results and examples of their successful integration.

Keywords: inclusive education, digital ecosystem, HIA, technology, integration.

На данный момент, проблема доступности образования для людей с ограниченными возможностями в России становится актуальнее, ввиду роста их численности. По данным Росстата, на момент 1 января 2023 года соотношение числа детей-инвалидов ежегодно увеличивается (рис. 1) [1].

Учитывая данную тенденцию, введенный под эгидой ЮНЕСКО в 1994 году на Всемирной конференции по образованию лиц с особыми потребностями, принцип инклюзивного образования является одной из основных форм реализации права на образование в Российской Федерации [2].

Инклюзивное образование подразумевает собой принцип обучения, при котором обеспечивается доступ к образованию в независимости от индивидуальных особенностей обучающихся.

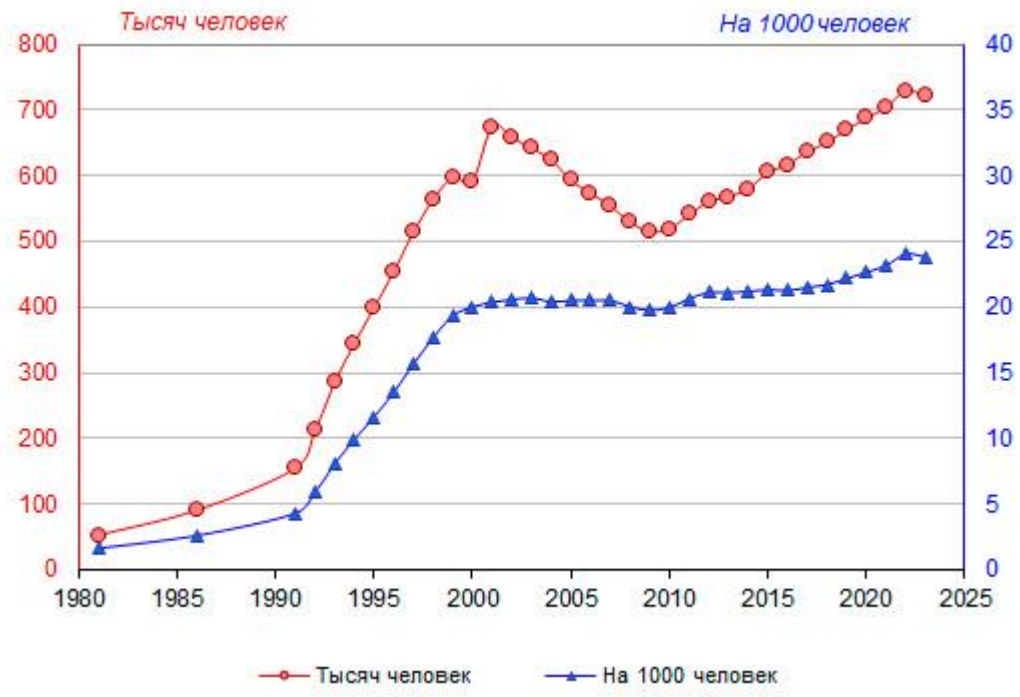


Рис. 1. Численность детей-инвалидов в России, тысяч человек и в расчете на 1000 человек населения детского возраста, 1990-2023 годы, на начало года.

В условиях цифровизации процесса образования в наши дни, доступные технологии и ресурсы являются неотъемлемой частью для осуществления методики инклюзивного образования.

В качестве примеров применения цифровой экосистемы для интеграции инклюзивного образования можно выделить следующие методики обучения:

1. Внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности для развития критического мышления и социальных навыков для людей с расстройством аутистического спектра, для примера приведена платформа Floreo [3], которая позволяет гибко и легко обучать социальным и коммуникативным навыкам жизни, путем погружения в процесс уроков в виртуальной среде.

2. «Умные колонки», программы или устройства с голосовым интерфейсом создают благоприятную среду для образования слабовидящим, людям с дислексией и детским церебральным параличом, что позволяет им успешно обучаться наравне со всеми. Например, Алиса, Siri, Alexa, встроенный голосовой ввод текста. Данные голосовые помощники позволяют взаимодействовать с информацией в интернете, управлять компьютером и писать тексты.

3. Чат-боты на основе искусственного интеллекта помогают людям с синдромом дефицита внимания и гиперактивности воспринимать информацию, объясняя сложные темы простым языком. Данный функционал содержат такие платформы как ChatGPT, Яндекс Нейро, Deepseek и т.д. Согласно результатам исследования, в Frontiers in Education [4], 91-97% обучающихся из 385 человек

согласны с тем, что методика обучения с применением ИИ увеличило их эффективность в изучении испанского и французского языка.

4. Геймификация учебного процесса также упрощает обучение для людей с СДВГ, предлагая современный подход для молодой аудитории к изучению предметной области, путем предоставления информации в игровом формате, что положительно сказывается на сосредоточении по конкретной тематике. Исследование Университета штата Аризона совместно с Duolingo показало следующие результаты (рис. 2) [5]:

		Pretest		Posttest	
Ability tested	*N*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Overall proficiency	47	2.60	0.85	3.74	0.89
Reading	37	4.29	1.29	5.71	1.15
Listening	28	3.54	0.97	4.19	0.94
Speaking	28	1.29	1.18	2.53	1.31
Writing	35	1.34	1.26	2.74	1.37

Рис. 2. Результаты исследования Университета штата Аризона

Общая языковая компетенция повысилась с 2.6 до 3.74, чтение – с 4.29 до 5.71, аудирование – с 3.54 до 4.19, говорение – с 1.29 до 2.53, письмо – с 1.34 до 2.74.

5. Использование специализированных ПО, таких как «Аутизм Коммуникатор», «Аутизм: визуальное расписание» и т.д. Данные русскоязычные приложения применяются в школах для обучения русскому языку детей с аутизмом и с серьёзными речевыми нарушениями в рамках стандартной классно-урочной системы [6].

Из успешных кейсов интеграции цифровой экосистемы в рамках инклюзивного образования, можно выделить ее реализацию в Государственном бюджетном общеобразовательном учреждении города Москвы «Школа № 1321 "Ковчег"». Интеграция современных технологий, таких как интернет коммуникации, компьютеры, специальное ПО, интерактивные доски и так далее, доказало свою эффективность в обучении детей с расстройством аутистического спектра и другими особенностями развития [6].

Исходя из имеющихся исследований и доступности необходимых технологий, цифровая экосистема в инклюзивном образовании является неотъемлемой частью обучения детей с ограниченными возможностями.

Источники

1. Демоскоп Weekly [Электронный ресурс]. URL: https://www.demoscope.ru/weekly/2023/0989/barom01.php#:~:text=По%20данным%2C%20опубликованным%20Росстатом%5B2,Всероссийской%20переписи%20населения%202020%20года (дата обращения 20.03.25).

2. РБК Тренды [Электронный ресурс]. URL: https://trends.rbc.ru/trends/social/6260fb9d9a794768ff6beb0f (дата обращения 20.03.25).

3. Floreo [Электронный ресурс]. URL: https://floreovr-com.translate.goog/how-it-works?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=rq#:~:text= Floreo%20uses%20virtual%20reality%20to,%2C%20educational%2C%20or%20family%20settings (дата обращения 20.03.25).

4. Audrey K. Kittredge, Elise W. M. Hopman, Ben Reuveni, Danielle Dionne, Cassie Freeman Cassie, Xiangying Jiang. Mobile language app learners' self-efficacy increases after using generative AI // Frontiers in Education. 2025. С. 14-15.

5. Bryan Smith, Xiangying Jiang, Ryan Peters The effectiveness of Duolingo in developing receptive and productive language knowledge and proficiency // Language Learning & Technology. 2024 С. 9.

6. Борисова Н.В., Бушмелев М.Е. Опыт инклюзии обучающихся с расстройствами аутистического спектра в общеобразовательную среду в школе «Ковчег» // Аутизм и нарушения развития. 2016. Т. 14. № 1. С. 19–26.

УДК 004.9

СОВРЕМЕННЫЕ ИТ-РЕШЕНИЯ В ОПТИМИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ БРИФОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ЗАКАЗЧИКАМИ

Вячина Ирина Николаевна[1], Коврижных Ольга Евгеньевна[2]
[1] ФГАОУ ВО Набережночелнинский институт КФУ, г. Набережные Челны, Россия,
[2] ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
[1]irav69@yandex.ru, [2]olgakovr@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные информационные технологии, способствующие инновационным подходам к подготовке брифов – ключевых документов, определяющих задачи, цели и требования заказчиков. Анализируются преимущества использования ИТ-решений для стандартизации, автоматизации и оптимизации процессов подготовки брифов. Особое внимание уделяется интеграции цифровых инструментов в процесс взаимодействия с заказчиками, что позволяет сократить время на согласование ключевых документов, повысить прозрачность и качество обмена информацией между заказчиками и исполнителями.

Ключевые слова: бриф, информационные технологии, инновационные подходы, автоматизация, цифровая трансформация, коммуникация, заказчики, исполнители

MODERN IT SOLUTIONS FOR OPTIMIZING BRIEFING PREPARATION TO IMPROVE CUSTOMER INTERACTION

Irina Nikolaevna Vyachina[1], Olga Evgenevna Kovrizhnykh[2]
[1] Naberezhnye Chelny Institute KFU, Naberezhnye Chelny, Russia
[2] KSPEU, Kazan, Russia
[1]irav69@yandex.ru, [2]olgakovr@inbox.ru

Annotation. The article discusses modern information technologies that promote innovative approaches to the preparation of briefings, which are key documents defining the tasks, goals and requirements of customers. The advantages of using IT-solutions for standardization, automation and optimization of briefing preparation processes are analyzed. Special attention is paid to the integration of digital tools into the process of interaction with customers, which reduces the time needed to coordinate key documents, and increases transparency and the quality of information exchange between customers and service provider.

Keywords: brief, information technology, innovative approaches, automation, digital transformation, communication, customers, service provider

Развитие цифровых технологий в России активно идет наравне с международными тенденциями [1]. В условиях динамично развивающейся цифровой экономики и ускоренной трансформации бизнес-процессов информационные технологии играют ключевую роль в оптимизации управленческих решений и коммуникаций [2]. Одной из важных составляющих современного менеджмента является разработка и подготовка брифов – документов, отражающих обзор заказа, его цели и основных требований к нему. Традиционные методы подготовки брифа часто сопряжены с временными и ресурсными затратами, рисками неправильно переданной информации и отсутствием единой методологии.

Исторически подготовка брифа осуществлялась вручную с использованием стандартных шаблонов и текстовых описаний. Такой подход, хотя и является проверенным временем, зачастую сопряжен с рядом проблем:

– длительное время на согласование и утверждение документов;

– высокий риск искажения или утери информации при ручном вводе данных;

– отсутствие возможности оперативного обновления информации в условиях изменения проектных требований.

Современные ИТ-решения, такие как специализированные программные продукты и облачные платформы, позволяют автоматизировать подготовку брифа. Это достигается за счёт использования готовых шаблонов, интегрированных систем управления проектами и инструментария для совместной работы. Примеры таких систем включают:

– платформы для управления проектами с возможностью создания структурированных брифов;

– специализированные решения для коммуникации с функциями интеграции с документами и базами данных;

– формы для онлайн анкет и документов.

Таким образом, применение современных информационных технологий может значительно упростить процесс взаимодействия с заказчиком.

Рассмотрим два ключевых шага для установления такого взаимодействия на примере подготовки брифа на проведение маркетинговых исследований с использованием Яндекс.форм:

Шаг 1: Получение заявки на проведение исследования

В Яндекс.Формах можно создать форму, которая поможет собрать всю необходимую информацию для первоначальной оценки потребностей заказчика.

Варианты исследований, которые можно предложить:

1. Исследование потребительских предпочтений: изучение предпочтений и поведения целевой аудитории.

2. Анализ конкурентного окружения: оценка позиций компании на рынке относительно конкурентов.

3. Исследование удовлетворенности клиентов: оценка уровня удовлетворенности и лояльности клиентов.

4. Брендовый аудит: анализ восприятия бренда целевой аудиторией.

5. Исследование рынка: оценка рыночных тенденций и возможностей для продвижения новых продуктов или услуг.

Шаг 2: Заполнение брифа на конкретное исследование

После получения заявки и понимания общих нужд заказчика, следующий шаг — это заполнение более детализированного брифа.

Бриф — это краткое изложение задачи или проекта, которое помогает специалисту понять, что именно ожидает заказчик. Это документ, содержащий ключевую информацию о заказе, цели, задачи и ожидания клиента.

Бриф поможет уточнить все аспекты исследования и согласовать их с заказчиком.

Основные разделы брифа:

1. Цели и задачи исследования:

- Уточнение основных целей исследования.

- Определение ключевых вопросов, на которые должно ответить исследование.

2. Целевая аудитория. Детализируются характеристики целевой аудитории (возраст, пол, география, интересы и т.д.).

3. Методология исследования:

- Определение метода сбора данных (опросы, фокус-группы, анализ данных и т.д.).

- Выбор инструментов и технологий, которые планируется использовать.

4. Сроки и этапы выполнения. Необходимо четко согласовать временные рамки для каждого этапа исследования.

5. Ожидаемые результаты. Нужно описать какие конкретные результаты и выводы ожидаются от исследования.

6. Бюджет. Необходимо подтвердить согласованный бюджет и его распределение по этапам.

Использование Яндекс.Форм на этих двух этапах позволяет систематизировать процесс взаимодействия с заказчиком, обеспечивает сбор всех необходимых данных и помогает избежать недоразумений и ошибок в дальнейшем.

Бриф также может применяться для сбора заявок на пробные версии продукта или услуги, на участие в акциях и конкурсах. Это открывает огромные возможности для лидогенерации и улучшению персонализированного подхода к заказчику.

Бриф представляет собой конкретизированный документ, отражающий основные требования заказчика, его задачи и цели. Он служит базой для выстраивания дальнейшей работы, координации действий исполнителя и эффективной коммуникации между всеми участниками взаимодействия. Хорошо составленный бриф способствует снижению риска недопонимания, уменьшает вероятность возникновения ошибок при выполнении заказа и обеспечивает достижение заявленных целей.

В условиях цифровой экономики на первое место выходят информационные технологии, охватившие на текущий момент все сферы экономики и все ее важные процессы [3].

Современные ИТ-решения в области взаимодействия с заказчиками позволяют автоматизировать сбор, обработку и визуализацию данных, обеспечить прозрачность и стандартизацию информации, а также создать условия для эффективного взаимодействия исполнителей и заказчиков. Использование специализированных программных продуктов и платформ для создания брифов способствует более быстрому принятию решений и ликвидации коммуникационных разрывов между заказчиками, исполнителями и менеджерами. Это особенно актуально в условиях роста конкуренции и необходимости оперативного реагирования на изменения рынка, что подчеркивает важность внедрения новых технологий в процесс подготовки брифа.

Источники

1. Вячина И. Н. Влияние цифровых технологий на производительность, занятость и конкурентоспособность / И. Н. Вячина, О. Е. Коврижных, А. А. Амирова // Научное обозрение. Серия 1: Экономика и право. 2024. № 5. С. 213-222.

2. Коврижных О. Е. Экономические преимущества цифровой трансформации учёта прибыли с рейсов транспортной организации / О. Е. Коврижных, И. Н. Вячина // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 11, № 10(151). С. 85-91.

3. Коврижных О.Е., Мингалеева О.В. Основные аспекты организационного механизма краудфандинга стартап-проектов в условиях цифровой экономики / Путеводитель предпринимателя. Научно-практическое издание: Сб. науч. трудов. Вып. XLIII. М.: Российская академия предпринимательства; Агентство печати «Наука и образование», 2019. С. 103-108.

УДК 004.414

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ И МЕТОДИКИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТАТАРСКОГО ЯЗЫКА

Габдуллина А. И., Бикмуллина И. И.
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия
gabdullina.adelya@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена различным подходам и методу разработки информационной системы для изучения татарского языка. В статье приводятся сравнение различных систем, а также их подходов.

Ключевые слова: татарский язык, интерактивное приложение, методика, образовательные ресурсы, геймификация, адаптивное обучение, мультимедийный контент, сохранение языка, популяризация языка, мотивация к обучению.

STUDY OF APPROACHES AND METHODOLOGIES FOR DEVELOPING AN INFORMATION SYSTEM FOR STUDYING THE TATAR LANGUAGE

Gabdullina A. I., Bikmullina I. I.
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan, Russia
gabdullina.adelya@bk.ru

Abstract. The article is devoted to various approaches and methods of developing an information system for studying the Tatar language. The article provides a comparison of various systems, as well as their approaches

Keywords: tatar language, interactive application, language learning, educational resources, gamification, adaptive learning, multimedia content, language preservation, language popularization, motivation to learn.

Быстрое развитие информационных технологий вызвало различные изменения в образе жизни людей, в том числе и в образовании. Использование информационных технологий, таких как Интернет, в процессе обучения стало необходимым не только для дистанционного обучения, но и для современной традиционной системы образования. Одной из такой технологии, является информационная система, который служит для облегчения системы обучения в

виде процесса взаимодействия между учителями и учениками как в классе, так и вне школы [7].

С помощью информационной системы изучение татарского языка становится более доступным. У учеников, не являющимися носителями татарского языка могут возникать сложности в восприятии информации на уроках из-за некачественного преподавания татарского языка или сложного, однообразного материала [1]. Результатом является незнание языка даже на начальном уровне, получение неудовлетворительных оценок при проверке знаний языка, которые впоследствии могут повлиять на учебную деятельность в целом.

Данная информационная система полезна для улучшения понимания, потому что студенты будут более активны в процессе обучения. Также такой комплекс позволяет учащимся легко изучать материалы. Разработанный учебный материал хорош и может улучшить мотивацию и понимание учащихся.

Актуальность работы подтверждается дефицитом программного обеспечения такого типа [2]. На просторах интернета было найдено всего лишь несколько программ по изучению татарского языка, которые, имеют ряд недостатков и несут в себе мало информации.

Также стоит отметить что при исследовании desktop-приложений по изучению татарского нашлось лишь одно – «АЛГА!». «АЛГА!» содержит татарско-русский словарь, специальный механизм изучения с помощью игр, статистику изучения, но не смотря на эти плюсы данная программа имеет весьма неудобный и скучный интерфейс, который убавляет интерес к изучению языка.

«AnaTele» - дистанционная образовательная программа для всех желающих изучить татарский язык как в России, так и за рубежом. В данной программе нет гейминговых элементов, что ведет к снижению дохождения конца программы.

«BezTatarlar» – изучение языка в данной программе подходит для религиозных представителей. При регистрации программа запрашивает должность для сотрудников религиозных организаций. Данная программа позволяет освоить основы татарского языка, грамматики, но с элементами религиозной риторики, что не может подходить всем пользователям.

Проведя сравнительный анализ 3 программ по изучению татарского языка по набору характеристик, мы видим, что система «Belem» имеет все достоинства по сравнению с другими системами. Все системы, приведенные выше не предназначены для их внедрения в учебных заведениях. Для работы этих программ требуется постоянное подключение к интернету, а настольная система «Belem» этого не требует.

Создание десктопного приложения для обучающего курса требует применения различных подходов, которые помогут сделать процесс обучения

эффективным и увлекательным [3]. Сравнивая системы, которые мы рассмотрели выше и их подходов к разработке системы, можно отметить несколько ключевых.

Конструктивистский подход: поощрение активного участия пользователей в процессе обучения через практические задания и проекты.

Модульное обучение: разделение курса на модули.

Геймификация: включение игровых элементов (баллы, уровни, награды) для повышения мотивации [4].

Применение этих подходов к системам представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнение методик различных систем

Название приложения	Конструктивистский подход	Модульное обучение	Геймификация
AnaTele	+	+	-
BezTatarlar	-	+	-
АЛГА!	-	-	+
Belem (своя разработка)	+	+	+

На современном рынке существует множество программных решений для изучения языков, но большинство из них не адаптированы для татарского языка. Тем не менее, можно выделить несколько направлений и инструментов, которые можно использовать для разработки адаптированной системы:

Платформы для создания онлайн-курсов: использование платформ, таких как «Moodle» или «Google Classroom», для размещения учебных материалов и мониторинга успеваемости. Примером как раз является система «Ana tele».

Видео-уроки: все модули обучения проходят при помощи видеокурсов без других интерактивных элементов. Пример: система «BezTatarlar».

Программные библиотеки: использование открытых библиотек и API для интеграции различных функций. Данные технологии используются в создании программ «АЛГА!», «Belem».

Сравнивая вышеперечисленных методики и подходы к разработке систем, можно сделать вывод о том, что информационная система «Belem» включает в себя все существующие методики. Материал будет разделен на уроки, так называемые модули, начиная от изучения алфавита заканчивая базовыми фразами языка, для его легкого усвоения. В уроках имеются интерактивные элементы, такие как аудио, изображения для лучшего усвоения материала. При завершении урока будет проводиться оценка знаний в виде теста. В тесте имеются такие структуры, как выбор нужного ответа, проверка на написания

слова. При удачном завершении тестирования, можно будет приступать к следующему уроку. Кроме тестирований знаний, будут реализованы игровые карточки для изучения слов. Будет реализована проверка на знания перевода слов и фраз. Для практики своего языка в информационной системе будет задействован чат-бот для общения. С чат-ботом можно будет попрактиковать базовые фразы на татарском языке.

Определив методики и подходы к системе можно переходить к разработке. При анализе уже существующих аналогов был сделан вывод, что они все разработаны по одной методике, которую также будем использовать и при разработке нашей системы. Методика разработки включает в себя несколько этапов:

Выполнение анализа задачи. Определение задач для обучения, подзадач и других задействованных элементов, а также определите знания, навыки и отношения, необходимые для эффективного и результативного выполнения задач.

Анализ потребностей в обучении. Определение целевой аудитории информационной системы по изучению татарского языка. Выявление недостатка знаний, навыков и отношения этой аудитории и понять, что нужно знать целевым учащимся.

Обзор существующих возможностей. Пересмотр существующих методов и инфраструктуру для обеспечения обучения. Использование конструктивистского подхода, модульного обучения, геймификации.

Технолого-конструкционный этап. Проектирование и реализация программного продукта, отладка и внесение изменений. Результат анализа используется для разработки учебных материалов для информационной системы по изучению татарского языка. На этом этапе некоторые действия включают разработку продуктов, поиск источников материалов и изготовление продуктов.

Тестирование.

Внедрение. Утверждение программы, основанное на проведенном тестировании. Испытание продукта проводится как этап формирующей оценки. Проводится несколько шагов: 1) проверка, 2) пересмотр и 3) испытания. Субъектами для испытаний в этих продуктах являются: а) эксперт по медиа: относится к преподавателю информационных и коммуникационных технологий, б) эксперт по материалам для учителей предмета, в) испытание для учащихся, изучающих предмет [4].

Прогностический этап. Получение отзывов от пользователей, улучшение программного продукта по пожеланиям пользователей, анализ проделанной работы и дальнейшее планирование [4].

Студенты, использующие эти инструменты, значительно улучшают свои навыки. Они могут свободно видеть любой источник информации, получать

необходимую помощь для выполнения учебной работы, ставить различные эксперименты и быстро проверять свои знания [5]. Преподаватели обретают возможность для нахождения общего языка с учащимися, проявляя методическую помощь им.

Источники

1. Роль цифровых технологий при организации обучения в дистанционном формате [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/rol-tsifrovyh-tehnologiy-pri-organizatsii-obucheniya-v-distantsionnom-formate/viewer (дата обращения 18.03.2025).

2. Robert J. Blake. Brave new digital classroom: technology and foreign language learning. С. 15–31.

3. Using Computer Networks to Enhance Foreign Language/Culture Education [Электронный ресурс]. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1944-9720.1993.tb01186. (дата обращения 21.03.2025).

4. Online tools for language teaching [Электронный ресурс]. https://research.usq.edu.au/item/q0w47/online-tools-for-language-teaching (дата обращения 21.03.2025).

5. Technology in Language Use, Language Teaching, and Language Learning [Электронный ресурс]. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/modl.12302 (дата обращения 25.03.2025).

6. ПОСТРОЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ДОРОЖНЫХ АНОМАЛИЙ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ. Холкин А.В., Бикмуллина И.И. Вестник НЦБЖД. 2024. № 3 (61). С. 111-117.

7. Информационные системы в образовании [Электронный ресурс]. https://moodle.kstu.ru/pluginfile.php/256514/mod_resource/content.pdf (дата обращения 19.03.2025).

УДК 004

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ В СРЕДНЕ-ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ И В ФОРМИРОВАНИИ ЛИЧНОСТИ

Галиуллина Галия Науфаловна, Хакова Айгуль Радиковна
ГБПОУ «Альметьевский профессиональный колледж», г. Альметьевск, Россия
naufalovna52@gmail.com, aigulha99@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается опыт внедрения и использования цифровых технологий в системе среднего профессионального образования. Описывается практика работы преподавателей с различными цифровыми ресурсами при организации очного и дистанционного обучения. Особое внимание уделяется смешанному формату обучения, где традиционные методы сочетаются с современными цифровыми инструментами.

Ключевые слова: цифровые технологии, учебный процесс, цифровая экосистема, автоматизированная проверка, личность, Сферум, Инфоурок, Яндекс.Учебник.

OPPORTUNITIES FOR THE APPLICATION OF THE DIGITAL ECOSYSTEM IN SECONDARY VOCATIONAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS AND IN THE FORMATION OF PERSONALITY

Galiullina Galiya Naufalovna, Khakova Aigul Radikovna
Almetyevsk Vocational College, Almetyevsk, Russia
naufalovna52@gmail.com, aigulha99@mail.ru

Annotation. The article deals with the experience of introduction and use of digital technologies in the system of secondary vocational education. The practice of teachers' work with various digital resources in the organization of face-to-face and distance learning is described. Special attention is paid to the mixed format of teaching, where traditional methods are combined with modern digital tools.

Key words: digital technologies, learning process, digital ecosystem, automated verification, personality, Sferum, Infowork, Yandex.Textbook.

Современное образование активно интегрирует цифровые технологии в учебный процесс, создавая цифровую экосистему, которая существенно влияет на формирование личности обучающихся в средне-профессиональном образовании (СПО). Этот процесс не только меняет методы обучения, но и развивает когнитивные способности развития критического мышления,

аналитических навыков и способности к самостоятельному обучению, формирует навыки, ценности и мировосприятие студентов.

В последние годы цифровая экосистема радикально изменила образование, открыв новые горизонты для формирования личности. Переход от традиционной письменности к цифровым платформам предоставляет обучающимся доступ к обширным ресурсам и образовательным возможностям.

Цифровые технологии способствуют активному обучению. Онлайн-курсы, вебинары и образовательные приложения делают процесс обучения интерактивным и индивидуализированным. Это позволяет каждому учащемуся развивать свои сильные стороны и находить собственный путь к знаниям.

Однако, с позитивными аспектами приходят и вызовы. Ручная письменность и цифровая текстовая обработка играют важную роль в образовательном процессе, предлагая различные подходы к усвоению информации. Каждый метод имеет свои уникальные преимущества и недостатки. Ручная письменность на протяжении веков считалась основным инструментом обучения. Исследования показывают, что написание от руки способствует лучшему запоминанию и пониманию материала. Этот процесс активирует различные участки мозга, что помогает формировать более глубокие связи с изучаемой информацией. Письмо от руки также развивает моторику и внимательность, что важно для формирования личности.

С другой стороны, цифровая текстовая обработка предлагает быстроту и удобство. Современные технологии позволяют быстро записывать мысли и идеи, легко редактировать тексты и делиться ими. Однако, чрезмерная зависимость от цифровых устройств может привести к ухудшению навыков письма и снижению способности к глубокому анализу.

Комбинация обоих методов может привести к оптимальному обучению. Используя ручную письменность для глубокого усвоения материала и цифровую текстовую обработку для быстрого обмена информацией, студенты могут развивать полноценные навыки, необходимые для успешной жизни в современном мире.

Избыточная информация может вызывать путаницу, а зависимость от технологий иногда затрудняет критическое мышление. Важно развивать навыки фильтрации информации и саморефлексии.

Будущее образования требует объединения традиционных и цифровых методов. Эффективное использование технологий в обучении поможет формировать уверенных и творческих личностей, готовых к вызовам современного мира.

Использование цифровых экосистем в образовательном процессе, особенно на уроках информатики, имеет ряд значительных преимуществ. Это

помогает сделать занятия более интересными, эффективными и современными. Рассмотрим несколько аспектов нашего опыта:

1.Работа со студентами в СПО.

На уроках информатики студенты получают практические навыки работы с технологиями, и использование цифровых экосистем усиливает этот эффект:

Такие платформы, как Сферум, Инфоурок или Яндекс.Учебник. позволяют загружать лекции, задания, тесты и контролировать выполнение работ студентами.

Яндекс.Учебник — онлайн-платформа для обучения информатике студентов системы среднего профессионального образования (СПО). Для преподавателей Яндекс.Учебник предоставляет удобный инструмент для подготовки к урокам, проведения контрольных и самостоятельных работ, а также аналитические инструменты для наблюдения за результатами и прогрессом каждого ученика (рис. 1, рис. 2). Экономия времени на подготовку к урокам и проверку выполненных заданий также является важным преимуществом платформы. Автоматизированная проверка домашних работ облегчает работу преподавателей.

Для студентов Яндекс.Учебник предлагает интересные интерактивные задания, домашнюю работу в электронном виде, результаты выполнения которой видны сразу после решения, и возможность легко наверстать пропущенную учебную программу. Увлекательные презентации к урокам, видеоматериалы и разнообразные квесты повышают познавательный интерес к предмету и формируют положительную мотивацию к обучению. Эти курсы направлены на развитие умственных способностей и помогают формировать личность, способную мыслить нестандартно и творчески.

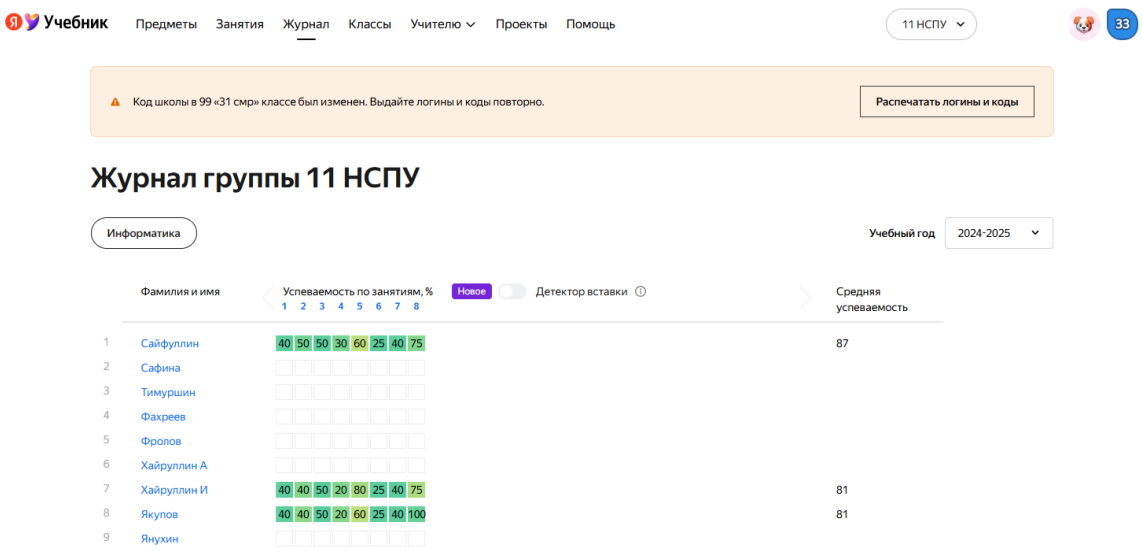


Рис. 1. Журнал мониторинга прохождения темы «Средства искусственного интеллекта»

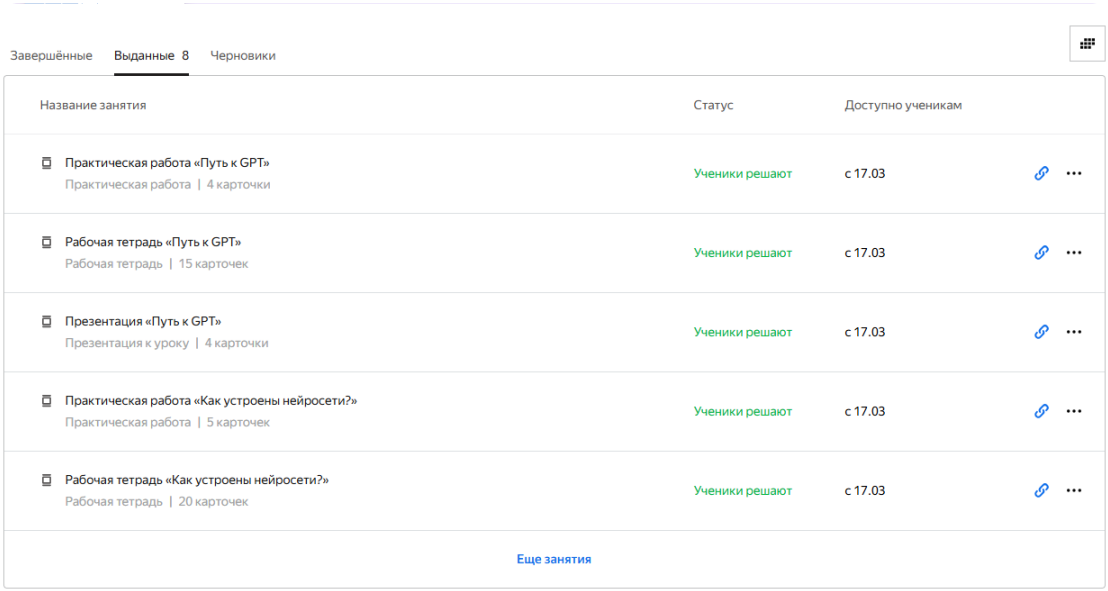


Рис. 2. Состояние занятий на данный момент времени

Привлечение студентов к участию в онлайн-курсах в Яндекс.Учебник, связанных с изучаемыми темами, так же открывает огромное количество возможностей бесплатных курсов по программированию, базам данных, сетям и другим направлениям IT.

Примеры использования Яндекс.Учебника на уроках информатики. При изучении темы «Программное обеспечение. Операционная система» преподаватель может предложить студентам представить, что они принесли новый компьютер, собранный по заказу бабушки, к ней домой, включили… и обнаружили, что компьютер не загружается. Задача студентов — определить, какие программы и оборудование необходимы для работы компьютера. Этот пример помогает студентам применить теоретические знания на практике и развивает их аналитические навыки.

Формирование личности студентов с помощью Яндекс.Учебника происходит через развитие технических навыков и устранение гендерных стереотипов в образовании. Это делает обучение интересным и перспективным для всех студентов, независимо от их пола.

Использование симуляторов и сред разработки, например, Codec ademy, Repl.it, позволит студентам сразу видеть результаты своей работы и корректировать ошибки.

Добавление игровых элементов в учебный процесс – геймификация, поможет повысить интерес студентов к предмету. Такая платформа, как Яндекс. Учебник, позволяет проводить викторины и соревнования прямо на занятиях.

2. Работа с родителями.

Современные родители тоже хотят быть вовлечены в образовательный процесс своего ребенка. Цифровые экосистемы позволяют поддерживать связь и информированность родителей:

Электронные дневники и журналы. Системы вроде Дневник.ру или Яндекс.Учебник предоставляют родителям доступ к оценкам, домашним заданиям и расписаниям занятий. Родители могут следить за успехами своих детей и оперативно реагировать на проблемы.

- Родительские чаты и группы. Использование мессенджера Сферум, позволяет быстро передавать важную информацию и обсуждать актуальные вопросы. Создание родительских групп также способствует взаимодействию и поддержке друг друга.

Видеоуроки и инструкции в Сферуме и TamTam. Запись коротких видеоинструкций или лекций для родителей поможет им лучше понимать, чему учится их ребенок, и какие требования предъявляются на уроках.

3.Дополнительные возможности.

Кроме основных направлений работы, вы можете внедрять дополнительные инструменты, чтобы разнообразить учебный процесс:

- Социальные сети. Создание тематических групп в социальных сетях (например, Сферум или ЯRUS) позволит делиться полезной информацией, новостями из мира IT и поддерживать внеклассное общение.

- Проекты и хакатоны. Организация командных проектов или участие в хакатонах развивает у студентов навыки сотрудничества, креативного мышления и решения реальных задач.

- Форумы и блоги. Поддержание активного обсуждения тем уроков на форумах или блогах поможет развивать критическое мышление и умение аргументированно высказывать свою точку зрения.

Возможные трудности и пути их преодоления.

1. Технические ограничения. Некоторые студенты могут не иметь доступа к необходимым устройствам или интернету. Здесь важно учитывать эту проблему и предлагать альтернативные способы выполнения заданий.

2. Недостаточная цифровая грамотность. У некоторых студентов и родителей могут возникать сложности с использованием новых технологий. В таком случае полезно организовывать мастер-классы или семинары, где вы сможете объяснить базовые принципы работы с платформами.

3. Отсутствие мотивации. Студенты могут воспринимать цифровые экосистемы как дополнительную нагрузку. Поэтому важно акцентировать внимание на преимуществах и интересных аспектах использования этих инструментов.

Цифровая экосистема способствует формированию личности, способной адаптироваться к быстро меняющимся условиям, обладающей гибкими

навыками и компетенциями, необходимыми для успешной карьеры и самореализации.

Источники

1. Абрамова Г.С. Возрастная психология: Учебное пособие для вузов. - М.: Академический Проект,2010. 623с.

2. Ананьев, Б.Г. К психофизиологии студенческого возраста [Текст]/ Б.Г. Ананьев / Современные психологические проблемы высшей школы. Л., 1974. 280 с.

3. Гаврилов, М. В. Информатика и информационные технологии: учебник для среднего профессионального образования / М. В. Гаврилов, В. А. Климов. 4-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2020. 383 с. (Профессиональное образование). ISBN 978-5-534-03051-8.

4. Бондаревский, В. Б. Воспитание интереса к знаниям и потребности к самообразованию / В.Б. Бондаревский. – Москва: Просвещение, 1985. 143 с.

5. Нужина Е. В. Применение ИКТ на уроках. Электронный ресурс. URL: http://www.openclass.ru/.

6. Новожилов, О. П. Информатика в 2 ч. Часть 1: учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2020. 320 с. (Профессиональное образование). ISBN 978-5-534-06372-1.

7. Щукина Г.И. Актуальные вопросы формирования интереса в обучении / под ред. Москва: Просвещение, 1984. – 176 с.

УДК 004.89

ЦИФРОВОЙ ПОМОЩНИК УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ СТУДЕНЧЕСКОГО НАУЧНОГО КРУЖКА «KAI DIGITAL SCIENCE»

Гатауллин Булат Ильнурович, Хаерова Эндже Ильдаровна, Тумбинская Марина Владимировна
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия
mr.bulgat12@mail.ru

Аннотация. В статье предлагается прототип программного обеспечения – цифрового помощника управления проектами студенческого научного кружка «KAI Digital Science». Цифровой помощник представляет собой интеллектуальный инструмент для формирования и планирования научных задач для научно-исследовательской деятельности обучающихся научного кружка. Цифровой помощник может быть использован автономно, так и в составе систем поддержки принятия решений управления проектами в рамках научно-исследовательской деятельности студентов.

Ключевые слова: цифровой помощник, интеллектуальная система, «умный планировщик», мультиагентные системы, управление проектами.

DIGITAL ASSISTANT FOR PROJECT MANAGEMENT AT THE KAI DIGITAL SCIENCE STUDENT SCIENTIFIC CIRCLE

Gataullin Bulat Ilnurovich, Haerova Endzhe Ildarovna, Tumbinskaya Marina Vladimirovna
KNRTU–KAI, Kazan, Russia
mr.bulgat12@mail.ru

Abstract. The article offers a prototype of software – a digital assistant for project management of the student scientific circle "KAI Digital Science". The digital assistant is an intelligent tool for the formation and planning of scientific tasks for the research activities of students of the scientific circle. The digital assistant can be used both independently and as part of decision support systems for project management within the framework of students' research activities.

Keywords: digital assistant, intelligent system, smart planner, multi-agent systems, project management.

В настоящее время задача глобальной цифровой трансформации актуальна. Новые цифровые сервисы и инструменты внедряются в различные сферы деятельности, в том числе в управлении проектами, предлагая гибкость,

автоматизацию и структурированный подход к работе. Применение таких инструментов позволяет эффективно организовывать задачи, отслеживать прогресс и достигать целей в срок, сокращая риски ошибок пользователей [1 – 3].

В работе предлагается прототип программного обеспечения – цифрового помощника управления проектами студенческого научного кружка «KAI Digital Science». Цифровой помощник представляет собой интеллектуальный инструмент для формирования и планирования научных задач для научно-исследовательской деятельности обучающихся научного кружка.

В основе цифрового помощника заложена интеллектуальная система, которая использует алгоритмы искусственного интеллекта, машинное обучение и анализ данных для автоматизации и оптимизации процессов планирования научно-исследовательской деятельности обучаемых. Интеллектуальная система реализуется на основе мультиагентного подхода, которая позволяет формировать и делегировать задачи агентам научного кружка, учитывая их загруженность и компетенции.

Система «цифровой помощник» включает 4 вида агентов:

1. Обучающийся. Обучающийся выбирает задачи из предложенного списка и приступает к их выполнению. По мере необходимости, он может получать пояснения и дополнительные задачи от агентов с уровнем, выше него. Планировщик задач работает в двух режимах: постановка задач от наставника и в автоматическом режиме с помощью нейросетевых технологий, в зависимости от сложности задачи и загруженности наставников.

2. Интегрированный нейросетевой помощник. Нейросеть способна адекватно оценивать поставленный вопрос и формулировать структурированный ответ, который внесет ясность и ответит на большинство вопросов обучающегося, касающиеся области исследования. Использование нейросетевых технологий позволит разгрузить наставников и научных руководителей студенческого научного кружка. Нейросетевая интеграция является поддержкой первого порядка для обучающегося [4].

3. Наставник. Наставником является обучающийся с большим опытом, который уже сталкивался с научно-исследовательскими задачами и имеет опыт самостоятельного решения подобных поставленных задач. Наставник является поддержкой второго порядка, при возникновении проблемы на уровне нейросети.

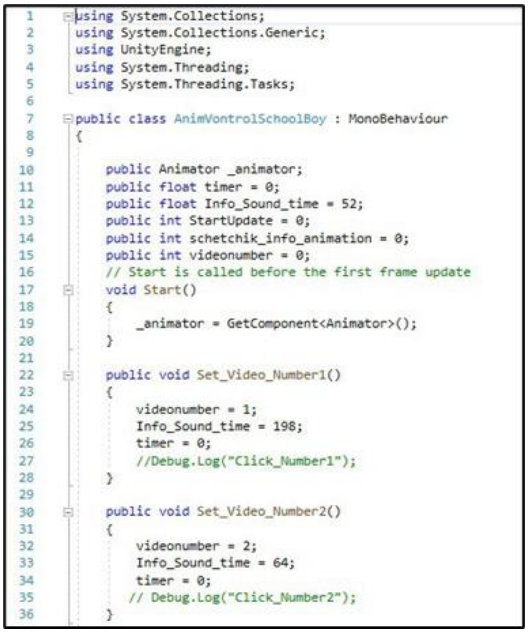
4. Научный руководитель. Научный руководитель проводит анализ выполненных работ на финальном этапе, подбирает ключевые слова для генерации задач в выбранной предметной области нейросетью, оценивает адекватность поставленных задач, назначает наставников для обучающихся и

ведет учет эффективности работы студенческого научного кружка. Руководитель является поддержкой третьего (крайнего) порядка, при возникновении проблемы на уровне наставника [5].

В процессе разработки цифрового помощника были определены следующие требования к его функциональности: регистрация и учет обучающихся, мониторинг результатов обучающихся в реальном времени, автоматизация процессов формирования задач с помощью искусственного интеллекта, контроль доступа и обеспечение безопасности [5].

Нефункциональные требования к ПО – это требования, ориентированные на атрибуты и свойства программного продукта, а не на её функциональные аспекты. На этапе разработки цифрового помощника были установлены следующие нефункциональные требования: высокая доступность системы, масштабируемость для поддержки развития студенческого научного кружка, удобство использования для обучающихся и их наставников.

Предложенный инструмент способен регистрировать обучающихся, генерировать и распределять задачи, согласно выбранной предметной области, оказывать помощь обучающемуся в автоматическом режиме, подключать поддержку необходимого порядка, отслеживать ход выполнения поставленных задач, выделять проблемные вопросы и задачи, для подключения дополнительных ресурсов (рис. 1) [6, 7].



```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using System.Threading;
using System.Threading.Tasks;

public class AnimVontrolSchoolBoy : MonoBehaviour
{

    public Animator _animator;
    public float timer = 0;
    public float Info_Sound_time = 52;
    public int StartUpdate = 0;
    public int schetchik_info_animation = 0;
    public int videonumber = 0;
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        _animator = GetComponent<Animator>();
    }

    public void Set_Video_Number1()
    {
        videonumber = 1;
        Info_Sound_time = 198;
        timer = 0;
        //Debug.Log("Click_Number1");
    }

    public void Set_Video_Number2()
    {
        videonumber = 2;
        Info_Sound_time = 64;
        timer = 0;
       // Debug.Log("Click_Number2");
    }
```

Рис. 1. Фрагмент программного кода по созданию контроля анимации

Математическую постановку задачи можно представить следующим образом: множество агентов (студенты студенческого научного кружка, руководители): $X = \overline{\left\{ x_i \mid i = 1, n \right\}}$. Множество задач: $Y = \overline{\left\{ y_i \mid i = 1, n \right\}}$, множество

ресурсов для выполнения задач (время, оборудование, специальное программное обеспечение): $Z = \left\{ z_j | \, j = \overline{1,k} \right\}$, где Z_{ij}- количество ресурса z_j для выполнения задачи y_i;

Время завершения задач вычисляется по следующей формуле (1) :

$$t_j{}^2 = t_i{}^1 + R_i, \tag{1}$$

где $t_i{}^1$ – время начала выполнения задач y_i;

$t_i{}^2$ – время завершения задачи y_i;

R_i – время выполнения задач y_i;

Если задача y_i зависит от выполнения задачи $y_i{}'$, то: $t_i{}' \geq t_j{}^2$;

Если агент x_i выполняет задачу y_i, то время выполнения задачи y_i зависит от производительности (работоспособности) агента: $t_j{}^2 = t_i{}^1 + \frac{R_i}{m_s}, \; a_{in} = 1;$, где m_s – время выполения агентом x_i задачи y_i; [8].

Каждая задача, определяемая председателем студенческого научного кружка, должна быть назначена минимум одному агенту: $\sum_{S=1}^{n} y_{in} \geq 1 \; \forall i$, где n_k – доступное количество ресурса z_j;

Распределение моментов поступления задач на обработку:

$$a_{in} = \begin{cases} 1, \; если \; y_i \in x_i \\ 0, \; если \; y_i \notin x_i \end{cases}$$

Минимизация общего времени выполнения всех задач вычисляется по следующей формуле (2):

$$T_{min} = max \; t_j{}^2; \tag{2}$$

Минимизация времени завершения задач с учётом приоритета задач: $T_{min} = \sum_{j=1}^{n} t_j{}^2 \cdot L_j$, где L_j - приоритет задачи y_i;

Программный продукт реализован на основе объектно-ориентированного языка программирования C# с использованием технологии API. В графическую оболочку, интегрированы следующие инструменты. YaGPT 4 – российский

нейросетевой помощник, используется для генерации задач, ответов на вопросы обучающихся. Planiro – российский аналог платформы управления задачами Jira, используется для контроля временных ресурсов и распределения задач среди обучающихся во избежание остановки актуальных вопросов и повторения задач.

Цифровые помощники трансформируют управление проектами, делая его более прозрачным и эффективным. Внедрение таких инструментов не только оптимизирует рабочие процессы, но и позволяет сосредоточиться на стратегических задачах.

Источники

1. Збарский, А. М. Сквозные цифровые технологии в образовании / А. М. Збарский, М. А. Гаранин, О. А. Суляева // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – Т. 13, № 3. – С. 1663-1674. – DOI 10.18334/vinec.13.3.118580

2. Стрекалев В.О., Грибова В.В. Подсистема воспроизведения иммерсивных виртуальных тренажеров с биологической обратной связью // Программные продукты и системы. 2023. Т. 36. № 2. С. 286–292.

3. Хаерова Э. И., Гатауллин Б. И., Тумбинская М.В. Виртуальный тренажер по обработке конфиденциальной информации на физических носителях // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2024. Т. 21, №8. С. 49 – 55.

4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2024624840. База данных человеко-машинного взаимодействия пользователя с виртуальным тренажером по дисциплине «Защита информации» в процессе обучения. Э. И. Хаерова, Б. И. Гатауллин, М. В. Тумбинская. Заявка № 2024624143. Дата поступления: 04.10.2024. Зарегистрировано: 01.11.2024.

5. Мишенков Е.А., Малышев А.А., Кулагин А.В., Сагун Д.Ю. Подход к моделированию нештатных ситуаций с использованием виртуального тренажера для обучения персонала // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. № 4. С. 99–110.

6. Тумбинская М.В. Модель защищенной информационной системы интернет-банкинга // Прикладная информатика. 2015. Т. 10. № 5 (59). С. 62-72.

7. Жабицкий М.Г., Кулак С.А., Новикова А.С. Проблема разработки VR тренажеров сборки/разборки и вариант высокопроизводительного решения на базе технологии VR concept // INJOIT. 2022. Т. 10. № 8. С. 18–29.

8. Мухаматханов Р.М., Михайлов А.А., Баянов Б.И., Тумбинская М.В. Классификация DDOS-атак на основе нейросетевой модели // Прикладная информатика. 2019. Т. 14. № 1 (79). С. 96-103.

УДК 37.014

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА В СФЕРЕ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Гатауллина Дильбар Илдаровна, Арзамасова Альфия Габдулловна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
dilbargataullina@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются основные направления государственной политики, направленные на развитие цифровизации образования. Особое внимание уделено актуальным проблемам, таким как демографическое старение и кадровый дефицит, а также важности цифровых технологий для создания персонализированных образовательных траекторий и улучшения качества образования. Статья подчеркивает значимость цифровизации для формирования инновационной образовательной среды и подготовки конкурентоспособных специалистов в условиях цифровой экономики.

Ключевые слова: государственная политика, цифровизация образования, образование, технологический прогресс, рынок труда, кадровый дефицит.

GOVERNMENT POLICY IN THE FIELD OF DIGITAL EDUCATION

Gataullina D. I., Arzamasova A. G.
[3]FGBOU VO «Kazan State Power Engineering University», Kazan
dilbargataullina@gmail.com

Abstract. The article discusses the main directions of state policy aimed at the development of digitalization of education. Special attention is paid to topical issues such as demographic aging and staff shortages, as well as the importance of digital technologies for creating personalized educational trajectories and improving the quality of education. The article highlights the importance of digitalization for the formation of an innovative educational environment and the training of competitive specialists in the digital economy.

Keywords: public policy, digitalization of education, education, technological progress, labor market, personnel shortage.

Государственная политика в сфере цифрового образования представляет собой элемент, определяющий вектор устойчивого экономического развития страны. Актуальность переосмысления этой политики определяется воздействием технологического прогресса, который влечет за собой значительные трансформации в образовательной сфере. Стремительное развитие технологий неизбежно ведет к устареванию существующих знаний, что делает

традиционную модель образования все более неэффективной. Усиливающийся разрыв между требованиями современного рынка труда и уровнем подготовки выпускников учебных заведений подчеркивает важность концепции непрерывного образования, являющейся ключевым механизмом адаптации к динамично меняющимся профессиональным условиям [1].

Цифровизация образовательного процесса должна стать важнейшим инструментом, способствующим расширению возможностей обучения и переобучения в условиях стремительных технологических изменений. Цифровые решения открывают широкие перспективы для обеспечения доступности качественного образования для всех категорий граждан, предоставляя возможность получения как формального, так и неформального образования. Это особенно актуально для работающих граждан, которые могут обновлять свои знания без отрыва от трудовой деятельности, осваивая актуальные компетенции в наиболее подходящий момент.

Современные изменения в социальных, экономических и политических структурах, обусловленные технологическим прогрессом, описываются через такие концепции, как информационное, постиндустриальное общество, общество знаний и четвертая промышленная революция. Технологические преобразования неизбежно создают вызовы для рынка труда, что требует от государства пересмотра подходов в сфере занятости и повышения качества человеческих ресурсов. В условиях России, несмотря на низкий уровень безработицы (менее 3%), наблюдается острый дефицит квалифицированных специалистов, при этом половина предприятий сталкивается с кадровым кризисом. Потребность в высококвалифицированных специалистах в области технологий в четыре раза превышает число выпускников соответствующих учебных направлений. К 2030 году российская экономика потребует 73,6 млн квалифицированных специалистов, способных работать в условиях технологического суверенитета.

В ответ на вызовы современности руководство Российской Федерации поставило перед собой цель преобразования экономической модели, направленного на переход от сырьевой к инновационной экономике, где знания и интеллектуальный потенциал становятся основным конкурентным преимуществом. Достижение этой цели требует проведения институциональных изменений, основным из которых является значительное увеличение инвестиций в развитие человеческого капитала посредством реформирования системы образования. Важнейшим направлением государственной политики должно стать совершенствование образовательной стратегии и создание эффективной системы воспроизводства кадров. Формирование целостной системы развития человеческого капитала становится решающим фактором в достижении

стратегических целей внутренней политики России, ориентированных на устойчивое технологическое развитие и инновационное обновление [2].

Основные принципы функционирования отечественной системы образования зафиксированы в Конституции Российской Федерации, где определены основные направления содержания образовательного процесса через государственные образовательные стандарты, а также в Федеральном законе №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». В период с 2020 по 2023 годы в законодательство были внесены существенные изменения, направленные на оптимизацию образовательной системы. Универсальные образовательные программы способствуют формированию единого образовательного пространства, которое обеспечивает интеграцию различных уровней и направлений обучения. Политика государства в сфере образования реализуется в рамках решений Президента и Правительства, а также в соответствии с нормами Федерального закона №172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» [3].

Одной из ключевых проблем, с которой сталкивается государственная образовательная политика России, является демографическое старение, оказывающее значительное влияние на реализацию концепции непрерывного образования. Снижение доли молодых специалистов на рынке труда, вызванное демографическим спадом 1990-х – 2000-х годов, ведет к старению рабочей силы. Прогнозируется, что к 2030 году доля работников младше 40 лет сократится до 37,4%, в то время как повышение пенсионного возраста будет способствовать увеличению числа работающих граждан старшего поколения. Современные специалисты оказываются перед необходимостью постоянной адаптации к новым трудовым функциям в ходе своей карьеры, что подчеркивает важность внедрения принципов непрерывного образования в системе профессиональной подготовки.

Система непрерывного образования представляет собой ключевую точку пересечения экономической и социальной политики, отвечая как потребностям рынка труда, так и запросам работодателей, а также индивидуальным нуждам работников. В глобальном контексте образовательной политики концепция непрерывного образования становится неотъемлемым стандартом, объединяя формальное, неформальное и информальное обучение, направленное на постоянную адаптацию профессиональных навыков. Идея непрерывного обучения служит эффективным механизмом преодоления вызовов, связанных с научно-технологическим прогрессом, способствуя успешной адаптации людей к изменениям, происходящим в профессиональной среде. Важно отметить, что непрерывное образование приносит существенные выгоды как для работников, так и для работодателей и государства, содействуя повышению конкурентоспособности на рынке труда, поддержанию эффективности

сотрудников и обеспечению квалифицированных кадров для выполнения сложных технологических процессов. Для государства это становится важным инструментом регулирования рынка труда и наращивания человеческого капитала [2].

Государственная образовательная политика обязана активно поддерживать процесс цифровизации образования, направленного на расширение доступа к обучению для всех категорий граждан. Цифровые технологии открывают возможности для создания персонализированных образовательных траекторий, что особенно важно для специалистов, стремящихся к постоянному совершенствованию профессиональных компетенций. Одной из ключевых задач является интеграция образовательных программ с нуждами рынка труда, что обеспечит подготовку кадров, способных работать в условиях динамично меняющихся технологий.

Цифровизация образования сегодня выходит далеко за пределы традиционных учебных заведений, охватывая разнообразные формы обучения, включая дистанционное и самообразование. Это открывает новые горизонты для создания гибких и доступных образовательных моделей, которые соответствуют постоянно изменяющимся требованиям как рынка труда, так и общества в целом. Одним из важнейших направлений государственной политики в сфере цифрового образования является разработка онлайн-курсов, образовательных платформ и мобильных приложений, а также внедрение инновационных технологий, таких как виртуальная и дополненная реальность, искусственный интеллект и блокчейн.

В контексте цифровой трансформации образования особое внимание уделяется обучению молодежи, поскольку она является одной из наиболее гибко адаптирующихся групп в условиях стремительных технологических изменений. Важнейшим элементом государственной молодежной политики становится развитие цифровой грамотности, а также подготовка молодежи к жизни в цифровом обществе. Система образования обязана оперативно адаптироваться к новым вызовам, обеспечивая формирование навыков, которые необходимы для успешной социализации и профессиональной деятельности в условиях цифровой экономики [3].

В 2021 году в России был утвержден национальный проект «Демография», в рамках которого реализуется проект «Содействие занятости». Этот проект направлен на помощь гражданам в поиске работы и повышении их конкурентоспособности на рынке труда через дополнительные профессиональные образовательные программы. В рамках реализации проекта активно используется Единая цифровая платформа «Работа в России», которая предоставляет доступ к актуальным образовательным программам для

работников и работодателей, что значительно расширяет возможности для профессиональной переподготовки и повышения квалификации [2].

Цифровизация и сетевизация общества оказывают глубокое влияние на структуру государственного управления и социальные взаимодействия. Цифровые технологии способствуют формированию новых механизмов взаимодействия между государством, организациями и гражданами, в то время как концепция цифрового государства становится основой трансформации системы управления. В условиях цифровой трансформации российской экономики вопросы эффективной отраслевой политики в сфере высшего образования становятся еще более актуальными. Особое внимание уделяется созданию инновационной экономики и обеспечению квалифицированного государственного управления через интеграцию научно-образовательных структур и внедрение наукоемких технологий [4].

Таким образом, государственная политика в сфере цифрового образования направлена на создание инновационной образовательной среды, повышение качества и доступности образования для всех граждан. Эта политика способствует подготовке общества к вызовам цифровой экономики, а также формирует конкурентоспособных специалистов, способных эффективно функционировать в изменяющихся экономических и социальных условиях.

Источники

1. Селезнев, Д. К. О состоянии кадрового потенциала промышленного сектора экономики Республики Татарстан / Д. К. Селезнев, А. Г. Арзамасова, И. В. Юсупова // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции. Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2022. С. 119-121.

2. Власова А.А., Шаматонова Г.Л. Государственная политика в области цифровизации непрерывного образования как фактор устойчивого экономического развития российского общества // PolitBook. 2024. №2. С. 183-194.

3. Щенина О. Г. Влияние цифровизации на образовательную составляющую государственной молодежной политики // PolitBook. 2023. № 3. С. 163-179.

4. Астратова Г. В. Отраслевая политика государственного управления в системе высшего образования в условиях цифровизации // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15. № 5. С. 1-17.

УДК 371.3

ПРЕИМУЩЕСТВА И ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ

Гафиятуллина Алина Альбертовна, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
alina2680511@gmail.com

Аннотация. В условиях глобальной цифровизации образования онлайн-платформы становятся ключевым инструментом для обеспечения доступного, гибкого и персонализированного обучения. Актуальность исследования обусловлена стремительным ростом рынка EdTech, увеличением спроса на онлайн-образование и необходимостью выбора оптимальных решений для различных образовательных задач. Данная статья посвящена комплексному анализу ведущих образовательных платформ, включая Moodle, Canvas, Coursera for Campus, Teachable и Google Classroom, с акцентом на их функциональные возможности, преимущества и ограничения. Проведенный сравнительный анализ показал, что выбор платформы зависит от целей обучения (академическое, корпоративное, индивидуальное), технических возможностей пользователей и бюджета. В результате исследования выявлено, что, несмотря на общую тенденцию к автоматизации и адаптивности, каждая платформа обладает уникальными характеристиками, что позволяет образовательным учреждениям, преподавателям и студентам подбирать наиболее подходящее решение. Особое внимание уделено проблемам цифрового неравенства, мотивации учащихся и признания онлайн-сертификатов, а также перспективам развития EdTech, включая интеграцию искусственного интеллекта, VR-технологий и блокчейна.

Ключевые слова: онлайн-образование, цифровые платформы, EdTech, Moodle, Canvas, Coursera, Teachable, Google Classroom, сравнительный анализ, адаптивное обучение, цифровое неравенство.

ONLINE LEARNING: ADVANTAGES AND OPPORTUNITIES OF MODERN EDUCATIONAL PLATFORMS

Gafiyatullina A. A., Zaripova R. S.
KSPEU, Kazan, Russia
alina2680511@gmail.com

Abstract. In the context of global digitalization of education, online platforms are becoming a key tool for providing accessible, flexible and personalized learning. The relevance of the research is due to the rapid growth of the EdTech market, the increasing demand for online education and the need to choose optimal solutions for various educational tasks. This paper is devoted to a

comprehensive analysis of leading educational platforms, including Moodle, Canvas, Coursera for Campus, Teachable, and Google Classroom, with a focus on their functionalities, advantages, and limitations. The comparative analysis revealed that the choice of platform depends on the learning objectives (academic, corporate, individual), users' technical capabilities and budget. The study revealed that despite the general trend towards automation and adaptability, each platform has unique characteristics, which allows educational institutions, teachers and students to choose the most appropriate solution. Special attention is paid to the challenges of digital inequality, student motivation and online credential recognition, as well as the future of EdTech, including the integration of artificial intelligence, VR technologies and blockchain.

Keywords: online education, digital platforms, EdTech, Moodle, Canvas, Coursera, Teachable, Google Classroom, comparative analysis, adaptive learning, digital inequality.

Цифровые образовательные платформы стали неотъемлемой частью современного обучения, трансформируя традиционные подходы к образованию. В условиях глобализации, цифровизации и роста конкуренции на рынке труда онлайн-обучение предлагает гибкость, доступность и персонализацию, что делает его востребованным как среди студентов, так и среди профессионалов [1].

Современные образовательные платформы предоставляют широкий спектр инструментов: от интерактивных курсов и вебинаров до систем адаптивного обучения и искусственного интеллекта, анализирующего успеваемость [2]. Однако, несмотря на очевидные преимущества, внедрение онлайн-образования сталкивается с рядом вызовов, включая цифровое неравенство, необходимость мотивации учащихся и вопросы качества контента.

Целью статьи является анализ ключевых преимуществ и возможностей современных образовательных платформ, а также оценка их влияния на эффективность обучения. Новизна заключается в комплексном рассмотрении функционала ведущих платформ, их сравнительном анализе и выявлении лучших практик, которые могут быть полезны при выборе инструментов для онлайн-обучения. Объект исследования: онлайн-образовательные платформы. Предмет исследования: функциональные возможности, преимущества и ограничения цифровых образовательных решений.

Актуальность исследования обусловлена стремительным ростом рынка EdTech. Согласно данным в России, по данным НАУРР, в 2023 году более 60% пользователей интернета хотя бы раз проходили онлайн-курсы, а 35% работодателей признают дипломы ведущих образовательных платформ [3].

Рассмотрим преимущества онлайн-обучения.

1. Гибкость и доступность. Имеется возможность учиться в любое время и в любом месте. Доступ к материалам ведущих университетов и экспертов предоставляется без географических ограничений.

2. Персонализация обучения. Используется AI для адаптации контента под уровень знаний ученика. Присутствует разнообразие форматов: видео, тесты, симуляции, геймификация.

3. Экономическая эффективность. Снижаются затраты на обучение по сравнению с очными программами. Предоставляются бесплатные курсы от ведущих платформ (Coursera, Stepik и др.).

4. Развитие soft skills. Онлайн-обучение способствует развитию самодисциплины, тайм-менеджмента и цифровой грамотности.

Перечислим популярные образовательные платформы.

1. Moodle – одна из старейших и самых популярных систем дистанционного обучения с открытым исходным кодом. Используется школами, университетами и корпорациями для создания онлайн-курсов.

Преимущества: гибкость и кастомизация, можно адаптировать под любые образовательные нужды, бесплатное использование, но требуется хостинг и техническая поддержка, поддержка SCORM, LTI, совместимость с другими образовательными системами, инструменты для интерактивного обучения – форумы, тесты, задания, геймификация.

Недостатки: сложность настройки, требует технических знаний для развертывания, устаревший интерфейс.

2. Canvas (Instructure) – облачная LMS, популярная в вузах США и Европы. Отличается удобным интерфейсом и мощной аналитикой.

Преимущества: интуитивный дизайн, проще в использовании, чем Moodle, мобильное приложение с оффлайн-доступом к материалам, интеграция с Zoom, Google Drive, Microsoft Teams, аналитика успеваемости студентов.

Недостатки: высокая стоимость для крупных организаций, ограниченная кастомизация по сравнению с Moodle.

3. Coursera for Campus. Специальное решение от Coursera для вузов, позволяющее интегрировать готовые курсы от ведущих университетов (Stanford, Yale) в учебные программы.

Преимущества: доступ к премиум-курсам от топ-вузов и компаний, готовые программы по Data Science, AI, бизнесу и др., сертификаты для студентов, инструменты для преподавателей, создание гибридных курсов.

Недостатки: высокая стоимость лицензий для вузов, не все курсы доступны бесплатно.

4. Teachable – платформа для создания и продажи онлайн-курсов. Подходит для индивидуальных преподавателей, экспертов и малого бизнеса.

Преимущества: простота использования, не нужны технические навыки, встроенные платежные системы (Stripe, PayPal), маркетинговые инструменты – email-рассылки, купоны, White-label – можно брендировать под свою школу.

Недостатки: комиссия за транзакции (до 5% в бесплатной версии), ограниченная аналитика в базовом тарифе.

5. Google Classroom. – бесплатный инструмент от Google для организации дистанционного обучения, интегрированный с Google Workspace.

Преимущества: простота и бесплатность; интеграция с google-сервисами, автоматическая проверка тестов (через Google Forms).

Недостатки: ограниченный функционал, нет scorm, геймификации, нет встроенного маркетплейса курсов.

Выбор подходящей платформы для онлайн-обучения играет ключевую роль в эффективности образовательного процесса, вовлеченности студентов и масштабируемости проекта [3]. Разные платформы предлагают различные функциональные возможности, инструменты взаимодействия и монетизации. Сравним несколько популярных цифровых образовательных платформ (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение цифровых платформ для онлайн-образования

№	Название	Требование к системе	Возможности
1	Moodle	PHP, база данных (MySQL, PostgreSQL), веб-сервер (Apache, Nginx)	Создание курсов, тестирование, отслеживание прогресса, интеграция с другими системами, поддержка мультимедиа
2	Canvas	Веб-браузер, поддержка современных стандартов (HTML5, CSS3)	Управление курсами, онлайн-оценивание, интеграция с инструментами (Google Drive, Microsoft Office), мобильное приложение
3	Coursera for Campus	Веб-браузер, стабильное интернет-соединение	Доступ к курсам от ведущих университетов, аналитика успеваемости, создание собственных курсов, сертификация
4	Teachable	Веб-браузер, поддержка мультимедиа	Создание и продажа курсов, управление студентами, интеграция с платежными системами, аналитика
5	Google Classroom	Аккаунт Google, веб-браузер или мобильное приложение	Управление заданиями, совместная работа, интеграция с Google Workspace (Docs, Sheets, Drive), автоматическое оценивание.

Проведенный анализ популярных образовательных платформ выявил ряд ключевых факторов, влияющих на выбор оптимального решения. Все рассмотренные сервисы предоставляют базовые возможности для создания и управления курсами, включая видеолекции, тестирование и отслеживание прогресса учащихся. Однако их функционал, удобство использования и дополнительные инструменты существенно различаются. Для наглядной демонстрации слабых и сильных сторон сравниваемых программных продуктов представлена лепестковая диаграмма, где значение 10 – наилучший показатель, а 0 – наихудший (рис. 1).

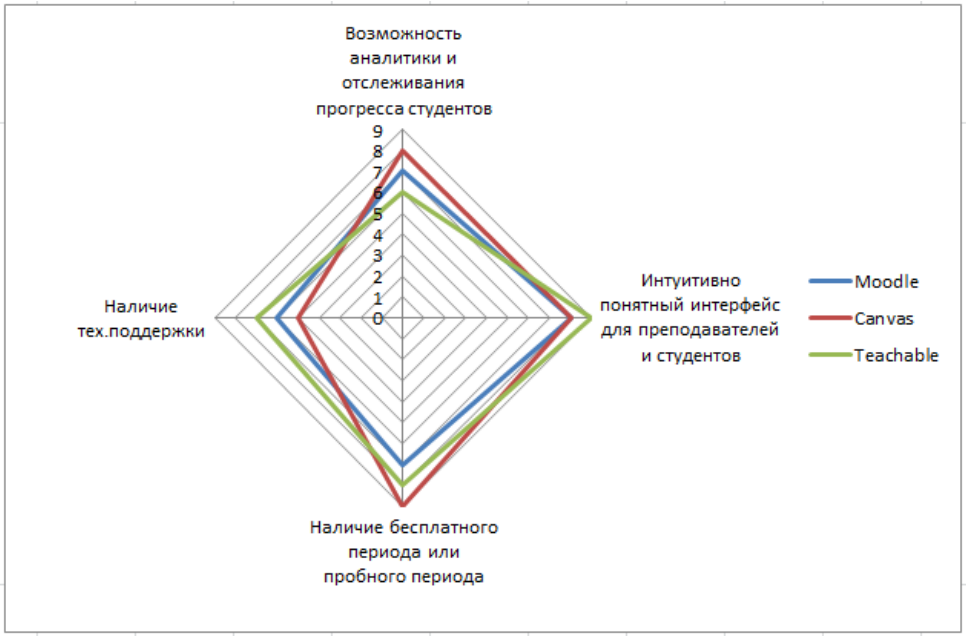


Рис. 1. Диаграмма сравнения программных продуктов

Платформы, такие как Moodle и Canvas, предлагают обширную поддержку, включая документацию, форумы и техническую помощь. Moodle является открытым исходным решением, что позволяет пользователям обращаться за помощью к сообществу разработчиков, однако официальная поддержка может варьироваться. Canvas также обеспечивает хорошую техподдержку и включает обучение для преподавателей. Coursera for Campus предоставляет технические ресурсы и поддержку, но в основном нацелена на создание и адаптацию курсов с уже готовыми материалами. Teachable и Google Classroom также предлагают базовую техподдержку, но могут иметь ограничения в зависимости от уровня подписки.

Все платформы предоставляют различные уровни аналитических инструментов. Moodle и Canvas предлагают детализированную аналитику успеваемости студентов, что позволяет преподавателям отслеживать прогресс и вовлеченность учащихся. Coursera for Campus также предлагает мощные инструменты аналитики, особенно полезные для университетов, чтобы оценивать эффективность курсов. Teachable предназначена в основном для продажи курсов и предоставляет статистику по продажам и активности студентов, а Google Classroom меньше сосредоточен на аналитике и больше на управлении заданиями.

Google Classroom доступен бесплатно при наличии аккаунта Google, что делает его привлекательным для школ и небольших организаций. Moodle также можно использовать бесплатно как саморазворачиваемую платформу, но для полной функциональности может потребоваться хостинг. Canvas предлагает бесплатный доступ с ограниченными возможностями, в то время как Coursera for Campus требует подписки от учебных заведений. Teachable предоставляет

возможность бесплатной регистрации с ограничениями на функционал и процент от продаж.

Canvas и Teachable отличаются современным и интуитивно понятным интерфейсом, что облегчает процесс обучения как для преподавателей, так и для студентов. Google Classroom имеет простой интерфейс, идеально подходящий для школьного обучения, но некоторые пользователи могут найти его функционал ограниченным. Moodle, хотя и предлагает множество функций, может показаться менее удобным из-за своей сложной структуры и требовательности к настройке, что иногда требует более глубоких технических знаний. Coursera for Campus имеет хороший интерфейс, но может быть сложнее для адаптации к индивидуальным нуждам.

Онлайн-обучение предоставляет уникальные возможности для образования, делая его более гибким, персонализированным и доступным [4]. Однако его эффективность зависит от правильного выбора платформы, мотивации учащихся и интеграции с традиционным образованием. Выбор цифровой образовательной платформы зависит от конкретных нужд образовательного учреждения или преподавателя, бюджета и целевой аудитории. Каждая платформа имеет свои сильные и слабые стороны, и важно учитывать не только функциональные возможности, но и аспекты поддержки, аналитики и интеграции с другими сервисами. Будущее EdTech связано с развитием AI, VR-обучения и блокчейн-сертификации, что повысит доверие к онлайн-дипломам. Для максимальной эффективности рекомендуется комбинировать различные платформы, выбирая курсы в зависимости от целей – будь то профессиональный рост или академическое образование.

Источники

1. Ширмамедова З.Н., Зарипова Р.С. Роль открытых электронных образовательных ресурсов в современном информационно-образовательном пространстве // Учёные записки ИСГЗ. 2019. Т.17. №1. С.536-539.

2. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Бекетова С.И. Информационные технологии как основы парадигмы в образовании с целью развития общества // Russian Journal of Education and Psychology. 2023. Т. 14. № 2-2. С. 85-89.

3. Халидов А.А., Магазиева З.А., Зайцева О.В. Внедрение цифровых технологий в образовательную среду вуза в контексте развития интеграционных процессов // Экономика и предпринимательство. 2024. № 1 (162). С. 1398-1403.

4. Воркунов О.В., Саркарова М.М., Абасов К.А. Цифровые технологии: трансформация образовательного процесса в высшей школе // Экономика и предпринимательство. 2024. № 1 (162). С. 1330-1333.

УДК 004

АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ГРАФИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА

Гимазетдинова Камиля Равилевна, Зарипова Римма Солтановна
КГЭУ, г. Казань, Россия
kamilgimazet@yandex.ru

Аннотация. В работе с цифровой графикой используются разнообразные технические и программные решения, и одним из ключевых является графический редактор. На данный момент компании представляют множество программных продуктов для графического дизайна, поэтому актуальность данной темы обусловлена быстроразвивающимся рынком программного обеспечения. Статья посвящена сравнительному анализу популярных графических редакторов, их функциональным возможностям и техническим требованиям. Анализ показал, что выбор каждого из редакторов должен осуществляться, исходя из конкретных профессиональных задач. В результате исследования было выявлено, что различные программы обладают своими уникальными характеристиками, способными удовлетворить широкий спектр запросов пользователей.

Ключевые слова: графические редакторы, графический дизайн, Adobe Photoshop, Clip Studio Paint, Procreate, сравнительный анализ, цифровая графика.

ANALYSING GRAPHIC DESIGN TOOLS

Gimazetdinova Kamilya Ravilevna, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
kamilgimazet@yandex.ru

Abstract. Working with digital graphics uses a variety of technical and software solutions, and one of the key ones is a graphic editor. At the moment, companies present many software products for graphic design, so the relevance of this topic is due to the rapidly developing software market. The article is devoted to a comparative analysis of popular graphic editors, their functionality and technical requirements. The analysis showed that the choice of each editor should be based on specific professional tasks. As a result of the study, it was revealed that various programs have their own unique characteristics that can satisfy a wide range of user requests.

Keywords: graphic editors, graphic design, Adobe Photoshop, Clip Studio Paint, Procreate, comparative analysis.

Цифровая графика используется во многих промышленных сферах, а также составляет важную часть культурной жизни человека. Рекламные изображения, дизайн внешнего вида продуктов, графическое оформление

сайтов, мультипликация, разработка видеоигр, архитектура – одни из областей применения цифровой графики. Основой для создания цифровых изображений являются графические редакторы, позволяющие работать как в растровом, так и в векторном режиме, делать вёрстку сайтов, анимацию и трёхмерные объекты [1]. С ростом экономических потребностей возрастает и конкуренция на рынке цифрового искусства, способствующая появлению новых многофункциональных графических редакторов, удовлетворяющих всем современным требованиям этой отрасли.

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа наиболее известных графических редакторов, рассчитанных как на любительскую аудиторию, так и на профессионалов высокого уровня, для выявления сильных и слабых сторон и возможностей функционала каждой из программ.

Новизна работы заключается в рассмотрении последних версий графических платформ с их новейшими функциями, сравнении актуальной на данный момент цены и анализе текущей ситуации на быстроразвивающемся рынке цифрового искусства. Такие данные могут быстро устаревать с течением времени, поэтому необходимо регулярно проводить анализ для выбора наиболее подходящего редактора для конкретного момента времени и конкретных целей и задач работы.

Объектом исследования являются популярные программные средства для создания цифровых изображений. Предметом исследования являются функциональные возможности каждой из анализируемых программ, сферы их применения, их доступность и целевая аудитория.

Данное исследование актуально в связи с глобализацией и общим развитием цифровых технологий в целом. Также большая конкуренция среди производителей в разных отраслях стимулирует привлечение клиентов посредством уникального и удобного дизайна продукции. Развиваются онлайн-школы и курсы по освоению графического дизайна, растёт популярность искусства, что также побуждает большее количество людей осваивать графические программы для своих личных целей.

Невозможно представить современный мир без дизайна и цифровых изображений. Они окружают нас везде, начиная от рекламных вывесок и заканчивая мультипликацией крупных кинокомпаний. В своей работе иллюстраторы используют популярные современные графические редакторы: Adobe Photoshop, Clip Studio Paint EX, PaintTool SAI, Krita и Procreate. Рассмотрим основные характеристики данных программных продуктов. Можно выделить несколько основных особенностей каждого графического редактора:

Adobe Photoshop – профессиональная программа от американской компании Adobe, используемая в основном для редактирования фотографий.

Она отлично подходит для самых разных целей графического дизайна, но имеет высокую цену, сложный в освоении интерфейс и высокие технические требования [2].

Clip Studio Paint EX – японский графический редактор, разработанный компанией Celsys для цифровых художников, работающих преимущественно с растровой графикой и иллюстрациями. Мало адаптирован под редактирование фотографий, но имеет широкий функционал в создании графических новелл и 2D-анимации [3].

PaintTool SAI – лёгкий в освоении и нетребовательный к техническим возможностям компьютера графический редактор, подходящий для начинающих цифровых художников. Имеет ограниченный функционал, но очень распространён в сфере любительской иллюстрации [4].

Krita – свободный и открытый растровый графический редактор. Разрабатывается «художниками для художников», имеет необходимые функции для художников и фотографов, легок в освоении [5].

Procreate – программа для цифровой графики, доступная только потребителям мобильной продукции компании Apple. Имеет широкий функционал для растровой иллюстрации, но основным преимуществом является отсутствие необходимости использования графических планшетов, так как редактор разработан специально для iPadOS и iOS [6].

Подробнее рассмотрим Adobe Photoshop, Clip Studio Paint EX и Procreate, так как они являются наиболее профессиональными и известными графическими редакторами среди перечисленных. На рис. 1 представлена диаграмма программных продуктов по 10-бальной шкале с критериями: ориентированность на обработку фотографий, ориентированность на иллюстрацию, ориентированность на анимацию, простота интерфейса, разнообразие графических инструментов и уникальных функций, веб-дизайн и подготовка к печати, мобильность, стоимость программы и технического оснащения.

По данной диаграмме можно сделать вывод, что каждый из рассмотренных графических редакторов имеет свои сильные и слабые стороны. Профессиональные цифровые художники используют в своей работе одновременно несколько программ для разных целей, поэтому выбор конкретного программного продукта исходит из личных требований каждого отдельного потребителя.

Графические редакторы являются важнейшим инструментом любого цифрового художника или фотографа. Сравнительный анализ показал, что при выборе программы необходимо опираться на цели профессиональной деятельности и на финансовые и технические возможности пользователя.

Рис. 1. Лепестковая диаграмма сравнения.

Adobe Photoshop подходит для фотографов и дизайнеров, работающих в разных областях, а также для концепт-художников. Clip Studio Paint EX является хорошим выбором для создателей графических новелл и аниматоров. Procreate будет удобен как для любителей, так и для профессиональных иллюстраторов.

Исследование показало, что наиболее популярные графические редакторы имеют широкий набор функциональных возможностей, включая инструменты для редактирования фотографий, дизайна, анимации и векторной графики. Каждый из них имеет сильные и слабые стороны, но на данный момент рассмотренные продукты являются лучшим выбором, предлагаемым художникам и фотографам.

Источники

1. Кривоножкин К.Е., Зарипова Р.С. Особенности применения компьютерной графики в учебном процессе // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. Т. 3. С. 402-404.

2. Официальное приложение Adobe Photoshop [Электронный ресурс]. URL: https://www.adobe.com/ru/products/photoshop.html (дата обращения: 09.03.2025).

3. CLIP STUDIO PAINT – More powerful drawing [Электронный ресурс]. URL: https://www.clipstudio.net/en/ (дата обращения: 09.03.2025).

4. SYSTEMAX Software Development – PaintTool SAI [Электронный ресурс]. URL: http://systemax.jp/en/sai/ (дата обращения: 09.03.2025).

5. Krita | Digital Painting. Creative Freedom [Электронный ресурс]. URL: https://krita.org/en/ (дата обращения: 09.03.2025).

6. Procreate – Art is for everyone [Электронный ресурс]. URL: https://procreate.com/ (дата обращения: 09.03.2025).

УДК 004

ЭФФЕКТЫ ЦИФРОВОЙ КОММУНИКАЦИИ: КАК АЛГОРИТМЫ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ВЛИЯЮТ НА КОГНИТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПОВЕДЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Глазырин Алексей Александрович
СПбГУТ, г. Санкт-Петербург, Россия
9195174@gmail.com

Аннотация. В данной работе проводится исследование формирования информационной среды пользователей посредством работы алгоритмов социальных сетей, которые в свою очередь могут повлиять на внимание, память, эмоциональное состояние и принятие решений пользователей. Проводится рассмотрение как положительных сторон данного влияния, так и отрицательных. Также, приводятся способы и рекомендации для пользователей по защите их когнитивного здоровья.

Ключевые слова: алгоритмы, социальная сеть, когнитивное искажение, когнитивное здоровье.

DIGITAL COMMUNICATION EFFECTS: HOW SOCIAL NETWORK ALGORITHMS INFLUENCE USERS' COGNITIVE PROCESSES AND BEHAVIOR

Glazyrin Aleksey Aleksandrovich
SPbSUT, Saint-Petersburg, Russia
9195174@gmail.com

Abstract. This study examines the formation of users' information environment through the operation of social network algorithms, which in turn can influence users' attention, memory, emotional state, and decision-making. Both the positive and negative aspects of this influence are considered. Additionally, methods and recommendations are provided for users to protect their cognitive health.

Key words: algorithms, social network, cognitive distortions, cognitive health.

Современные технологии стремительно меняют нашу жизнь. За последние десятилетия социальные сети стали неотъемлемой частью повседневной жизни миллионов людей. Люди каждый день используют социальные сети для разных целей, будь то работа, учеба, приобретение каких-либо товаров, развлечение или просто-напросто поиск информации. Чтобы повысить удобство использования,

в социальных сетях используются разные алгоритмы, о которых будет идти речь в данной работе.

Рассмотрим, как работают алгоритмы социальных сетей и как они формируют информационное пространство вокруг каждого пользователя.

В составе практически каждой социальной сети есть так называемая «Рекомендательная система». В такой системе в основном главными компонентами являются пользователь и объект, с которым он взаимодействует, и который может представлять из себя товар, видео, статью или музыку. Взаимодействуя с объектом, пользователь может оценить объект, поставить ему какой-либо рейтинг. Система помогает отобрать наиболее релевантные для пользователя объекты, тем самым экономя его время.

В рекомендательной системе существует такое понятия, как Explicit и Implicit feedback.

Explicit feedback или явный фидбек – это такие действия пользователя, которые явно показывают его отношение к объекту, понравился он ему или нет. К таким действиям можно отнести оценку, поставленную фильму, лайк или дизлайк на видео, или отзыв на купленный товар.

Implicit feedback или неявный фидбек – это любые другие данные о действиях пользователя, которые явно не оценивают объект. Сведения об этих действиях могут показывать, дочитал ли пользователь до конца статью или досмотрел ли он видео до конца. Даже простой клик на ссылку является неявным фидбеком. Как правило, без неявного фидбека нет явного фидбека.

Одной из стратегий построения рекомендательной системы является ранжирующая модель. Допустим, у нас есть признаки пользователя (возраст, история просмотров, история лайков) и признаки объекта (жанр фильма, режиссер фильма). Модель, учитывая признаки текущего пользователя, историю всех пользователей с такими же признаками и объекты, с которыми эти пользователи взаимодействовали, рассчитывает вероятность клика по этим объектам для текущего пользователя и сортирует в порядке убывания, показывая пользователю, как правило, первые позиции.

Также, существует такая стратегия, как коллаборативная фильтрация. Она имеет два конкретных метода, а именно User-Based Collaborative Filtering (коллаборативная фильтрация, основанная на пользователях) и Item-Based Collaborative Filtering (коллаборативная фильтрация, основанная на объектах).

Первый метод заключается в нахождении похожих пользователей, который представлен в табл. 1.

В таблице видим, что Иван и Пётр одинаково оценили объект 1, 3 и 4. Их интересы похожи, поэтому Петру можно порекомендовать объект 5 и не рекомендовать объект 6.

Таблица 1. Коллаборативная фильтрация, основанная на пользователях

	1	2	3	4	5	6
Иван	+	-	-	+	+	-
Алексей		+		-	+	+
Пётр	+		-	+		

Второй метод заключается в определении схожести объектов. Система определяет сходство объектов на основании оценок пользователей. Далее, система рекомендует текущему пользователю объект, который похож на тот, с которым пользователь уже взаимодействовал. Данный метод хорош, когда пользователь новый и у него пока что нет истории.

Существует ещё один похожий подход построения рекомендаций – content-based рекомендации. Данный подход заключается в измерение похожести между объектами на основе их содержания. Например, два видео про то, как варят макароны можно считать похожими с точки зрения содержания. Входными данными для content-based модели является содержание объекта (видеоряд, текст), а на выходе при вычислении получается некоторое число, которое характеризует данный объект.

Выше были рассмотрены основные модели, которые рекомендательная система, являясь частью социальной сети, использует для подбора контента пользователям. В этом процессе участвует непосредственно пользователи и социальная сеть.

Да, алгоритмы очень упрощают взаимодействие с социальной сетью, поиск информации, подбор рекомендаций, объединение людей по интересам. Они обеспечивают максимальное удобство использования информационной среды. Но у таких алгоритмов есть обратная сторона. Та сторона, которая, казалось бы, и есть обычная работа алгоритма, но которая раскрывает все его изъяны и недостатки.

Каждый день среднестатистический пользователь проводит 2-3 часа в интернете и социальных сетях. Он просматривает десятки видео, сотни товаров, оценивает сотни публикаций. Все это время информация пользователя и его история накапливается в базах данных. Такая информация часто характеризуется термином «Big Data». Это вся та собираемая информация, которая помогает охарактеризовать пользователя и подобрать для него наиболее релевантные рекомендации. В конечном итоге, пользователь социальной сети формирует вокруг себя информационное пространство, состоящее только из его интересов. Такое явление называется «Пузырь фильтров».

Данное понятие впервые ввёл интернет-активист Илай Парайзер. Основная его мысль заключалась в том, что фильтры и алгоритмы социальных сетей ограничивают пользователей от новых идей, закрывая их в своем, так

называемом мини-интернете из собственных интересов. За пользователя уже выбрали наиболее релевантную для него информацию. В пример к этому он приводит сравнение результатов в поисковой системе Google [7, 3:00], которые представлены на рис. 1.

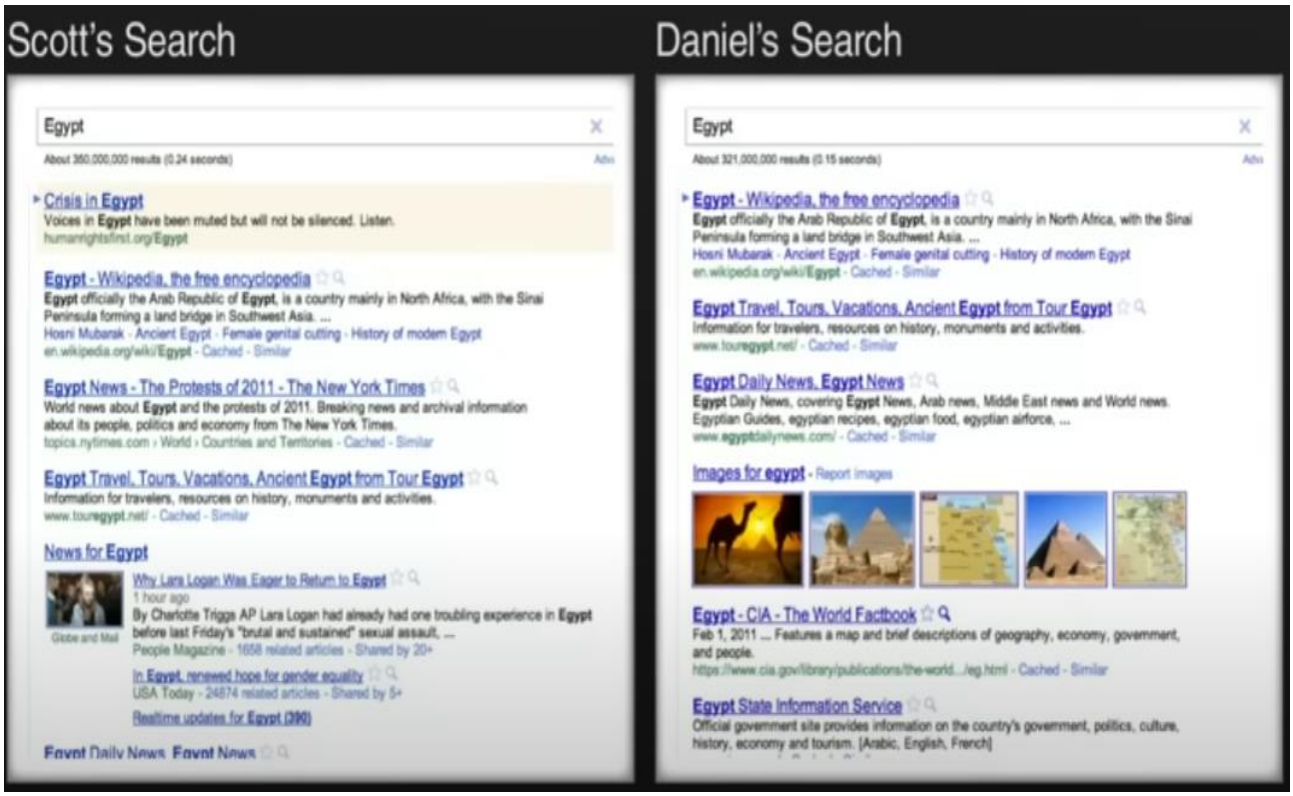


Рис. 1. Сравнение запросов разных пользователей

Два разных пользователя Скотт и Даниэль вводят один запрос в свои поисковики, а именно “Egypt”. Сразу можно заметить, что результаты, которые выдала система, у них отличаются. Скотту система сортирует те статьи и страницы, которые более политизированы, а Даниэлю те, которые просто описывают сам Египет. Все потому, что алгоритмы учитывают разные интересы пользователей и их «Пузырь».

Но не только сами алгоритмы формируют информационное пространство пользователя. Это также может делать тот, кому будет выгодно вовлечение пользователей в какой-либо сфере. Так, существует документальный фильм «The Great Hack (2019)» [5], который описывает скандал вокруг выборов США в 2016 году. В нём рассказчик описывает то, как посредством социальной сети Facebook «львиная доля ресурсов тратилась на тех, чье мнение могли изменить». Для таких пользователей разрабатывался персонализированный контент, которым «атаковали» через сайты, статьи, блоги, рекламу до тех пор, пока пользователь не станет смотреть на мир так, как это нужно было тем, кто «сверху».

Из-за всех вышеперечисленных феноменов у пользователей может быть такое явление, как когнитивное искажение. Данное явление

характеризуется ложным представлением об окружающем мире вокруг пользователя, обусловленное тем, что он считает, что все, что у него показывается и рекомендуется в его так называемом пузыре, единственно правдиво. У пользователя вызывает доверие только то, что ему комфортно и в его интересах. Даже если алгоритм будет множество раз выдавать ложную информацию, образуется иллюзия правды, так как собственное интернет пространство не позволит выйти за его пределы и посмотреть на всё с другой стороны. Это в какой-то степени программирование сознания.

В настоящее время человек живет в эпоху невероятно быстрого прогресса. Каждый день он использует интернет и впитывает тонны информации. Но что делать, если нужно держать под контролем поступающую информацию и, в следствии, защитить свое когнитивное здоровье?

Во-первых, нужно трезво оценивать изучаемую информацию. Чаще всего в социальных сетях используют «кликбейтные» заголовки, которые только уже своим видом вызывают эмоции и интерес, но в итоге содержание оказывается другим. Необходимо учитывать, что алгоритм даст тебе ту информацию, которую ты хотел бы увидеть, а не ту которая является объективной.

Чтобы не оставлять свой цифровой след и историю в интернете, и быть независимым от алгоритма, можно использовать Tor-браузеры. Они скрывают IP-адрес пользователя, а также не сохраняют историю запросов. Но при использовании таких браузеров снижается скорость загрузки. Также, существует более простой, но менее надежный вариант в обычном браузере, когда можно включить режим инкогнито, при котором история, пароли и кэш не будут сохраняться.

В конечном счёте можно отказаться от социальных сетей и общаться с людьми вживую, либо объединить оба варианта. Простое общение помогает взглянуть на вещи с разных сторон, лучше понимать окружающий мир и делать более взвешенные выводы о той или иной поступающей информации, которая каждый день в огромном количестве выливается на человека.

Приведённые выше способы помогут ослабить влияние алгоритмов и систем, которые используются сегодня в социальных сетях для формирования пузырей фильтров. Нужно помнить, что окружающий нас мир не ограничивается информацией в интернете. Личный опыт, эмоции, взаимодействие с миром и людьми — всё это создаёт более глубокое и многогранное понимание реальности, которое не сможет в полной мере дать информационная система.

Источники

1. Гылыджова М., Ишангулыев А., Аллабаев А. «Пузырь фильтров» как один из главных недостатков поисковых систем // Вестник науки. 2024. №3 (72).

Том 2 [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/puzyr-filtrov-kak-odin-iz-glavnyh-nedostatkov-poiskovyh-sistem/viewer (дата обращения: 17.02.2025).

2. Что такое «пузырь фильтров» и как из него выбраться. 27 окт 2015 [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/companies/riddut/articles/295714/ (дата обращения: 17.02.2025).

3. William J. Brady, Joshua Conrad Jackson, Björn Lindström, M.J. Crockett. Algorithm-mediated social learning in online social networks. August 3, 2023 [Электронный ресурс]. URL: https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613(23)00166-3?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS1364661323001663%3Fshowall%3Dtrue (дата обращения: 18.02.2025).

4. Семён Иванов. Введение в рекомендательные системы [Электронный ресурс]. URL: https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/intro-recsys (дата обращения: 18.02.2025).

5. Karim Amer, Jehane Noujaim. Documentary film «The Great Hack» // Netflix. July 24, 2019.

6. Дмитрий Раевский. Как алгоритмы влияют на наше мышление и поведение в интернете // Проект «Думайте». 20 ноября 2023 [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/sandbox/203990/ (дата обращения: 18.02.2025).

7. Eli Pariser. Beware of Online 'Bubble Filters'. // TED Conferences. May 2, 2011 [Электронный ресурс]. URL: https://www.youtube.com/watch?v=B8ofWFx525s&t=214s (дата обращения: 18.02.2025).

УДК 744

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D СКАНЕРА В САПР КОМПАС 3D

Голубева Ирина Львовна, Альтапов Арнольд Ренатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань, Россия
golubeva1967@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается обратное проектирование деталей с использованием 3D сканера и создание конструкторской документации в САПР Компас 3D.

Ключевые слова: проектирование, твердотельная модель, конструкторская документация.

DESIGNING AN ELECTRONIC MODEL OF A PART USING A 3D SCANNER IN CAD COMPASS 3D

Golubeva Irina L., Altapov Arnold R.
KNRTU, Kazan, Russia
golubeva1967@yandex.ru

Abstract. The article discusses the reverse engineering of parts using a 3D scanner and the creation of design documentation in the Compass 3D CAD system.

Keywords: design, solid model, design documentation.

В современных условиях импортозамещения реверсивный инжиниринг, или обратное проектирование, становится особенно актуальным. Обратное проектирование помогает предприятиям заменять импортные аналоги деталями собственного производства.

Перед инженерами часто ставится задача проектирования поврежденных деталей механизмов. Обязательное условие для обратного проектирования – наличие физического объекта. Имея на руках оригинальную деталь, специалисты должны уметь подготовить все необходимые документы для создания цифровой копии.

Существует несколько способов измерения деталей. Один из вариантов – использование измерительных инструментов и шаблонов, так называемое «обратное проектирование». Другой способ – использование 3d сканера. Для обучения студентов в курсе Инженерной и компьютерной графики мы используем 3d сканер Range Vision, который обрабатывает деталь, находящуюся на поворотном столе. При этом получается поверхностная модель детали в

формате STL, представляющая собой облако точек. Существует программное обеспечение, позволяющее преобразовать облако точек в твердотельную модель, но оно очень дорогостоящее. Поэтому мы обучаем студентов обрабатывать в доступном ПО.

Поверхностную модель мы открываем в САПР Компас 3D (рис.1). Для проведения измерений полигональный объект необходимо преобразовать в точную геометрию, и тогда в модели появляются не только точки, но и плоскости, что упрощает образмеривание модели.

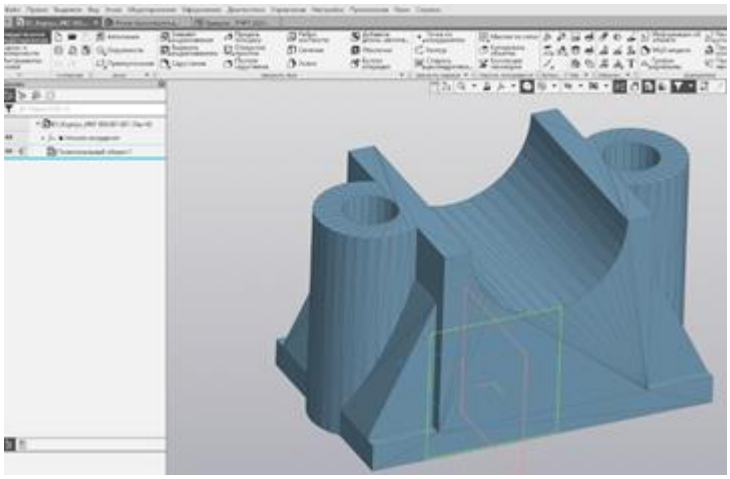


Рис. 1. Stl-модель корпуса

Анализируем форму нашей модели и определяем стандартные тела, из которых она состоит. В среде «Эскиз» строим основополагающие окружности, прямоугольники, и другие фигуры, измеряем их [1]. По результатам измерений строим электронную геометрическую модель в среде «Деталь» (рис.2).

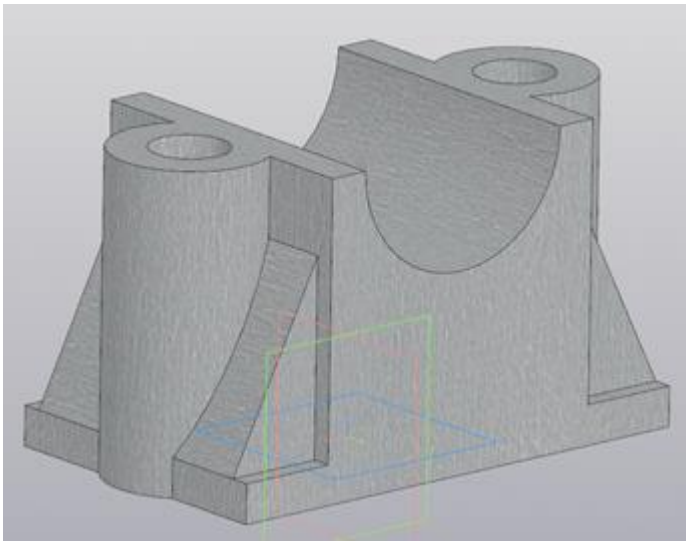


Рис. 2. Электронная геометрическая модель

Имея электронную геометрическую модель, мы можем создать конструкторские документы:

1. чертеж детали – графический конструкторский документ, содержащий сведения о форме и размерах детали, требования к ее изготовлению и контролю.

2. электронную модель детали – электронный конструкторский документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к изготовлению и контролю детали [2].

Для создания электронной модели детали достаточно добавить к электронной геометрической модели размеры, предельные отклонения, шероховатости, технические требования (рис 3).

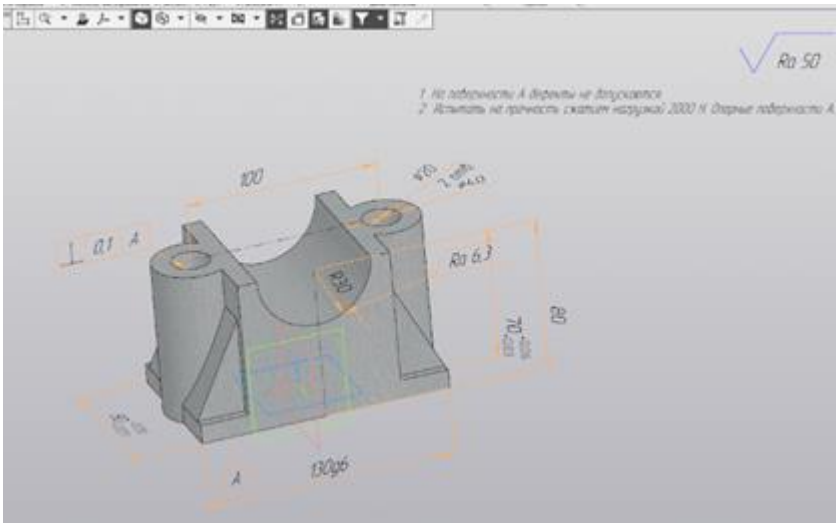


Рис. 3. Электронная модель детали

При создании чертежа детали сведения, содержащиеся в электронной модели, можно перенести, указав на соответствующие обозначения из электронной модели детали.

Источники

1. Голубева И. Л. Создание трехмерных электронных моделей тел и чертежей на их основе с применением САПР Компас 3D: учеб.-метод. указания / И. Л. Голубева, А. Р. Альтапов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. Казань : Изд-во КНИТУ, 2023. 44 с.

2. ГОСТ 2.102-2023. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

УДК 373. 21

ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ И КООРДИНАЦИИ ДВИЖЕНИЙ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Гордеева Вероника Викторовна, Турлович Элина Эдуардовна
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза, Россия
b.veronika1982@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию возможностей использования цифровых инструментов для развития мелкой моторики и координации движений у детей дошкольного возраста. В работе проанализированы различные виды цифровых игр и упражнений, направленных на стимуляцию развития точности движений, координации глаз-рука и других важных навыков у дошкольников. Также в статье описано необходимое оборудование для организации занятий с детьми в этом направлении, предложены рекомендации по выбору контента, дозировке времени, проводимого за экраном, и обеспечению безопасной и эргономичной среды. Авторами подчеркивается необходимость сочетания цифровых инструментов с традиционными методами для достижения гармоничного развития ребенка.

Ключевые слова: мелкая моторика, координация движений, дошкольный возраст, цифровые инструменты.

DIGITAL TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF FINE MOTOR SKILLS AND COORDINATION IN PRESCHOOL CHILDREN

Gordeeva Veronika Viktorovna, Turlovich Elina Eduardovna
Penza State University, Penza, Russia
b.veronika1982@mail.ru

Annotation. The article is devoted to the study of the possibilities of using digital tools for the development of fine motor skills and coordination of movements in preschool children. The paper analyzes various types of digital games and exercises aimed at stimulating the development of movement accuracy, eye-hand coordination and other important skills in preschoolers. The article also describes the necessary equipment for organizing activities with children in this area, offers recommendations on the choice of content, the dosage of time spent behind the screen, and ensuring a safe and ergonomic environment. The authors emphasize the need to combine digital tools with traditional methods to achieve the harmonious development of the child.

Keywords: fine motor skills, coordination of movements, preschool age, digital tools.

Мелкая моторика – это сложный комплекс скоординированных движений, требующих согласованной работы нервной, мышечной и костной систем. Она охватывает выполнение точных и мелких движений кистями и пальцами рук, а в некоторых случаях и ног.

К сфере мелкой моторики относится широкий спектр действий, от простых, таких как захват предметов, до сложных, определяющих, например, почерк человека. Эти навыки формируются постепенно, начиная с раннего детства и совершенствуясь на протяжении всей жизни. Примерами действий, требующих развитой мелкой моторики, являются: застегивание пуговиц, работа с мелкими предметами, письмо, рисование, лепка и другие виды деятельности, требующие высокой точности и координации движений. Развитие этих навыков крайне важно для успешной адаптации в социальной среде и освоения школьной программы [1].

Количество работ, посвященных значимости развития мелкой моторики, весьма обширно. На кончиках пальцев, как известно, сосредоточен мощный источник творческой энергии, напрямую подпитывающий мозг ребенка. История человечества наглядно демонстрирует неразрывную связь движений рук и развития речи. Эта взаимосвязь особенно отчетливо проявляется в раннем и дошкольном детстве, где совершенствование мелкой моторики стимулирует развитие речевых функций. Именно поэтому развитию мелкой моторики у детей раннего и дошкольного возраста необходимо уделять пристальное внимание. Это не просто развитие ловкости рук, а вклад в формирование интеллектуального потенциала ребенка. Чем больше мы стимулируем мелкую моторику, тем активнее развивается речь, а значит, и мышление в целом.

Координация движений – это умение согласовывать движения различных частей тела. Отдельные элементы движения соединяются в единое двигательное действие, которое производится экономно, ненапряженно, пластично и четко.

Координация движений у детей дошкольного возраста представляет собой важный аспект их физического и моторного развития, позволяя им успешно выполнять различные двигательные задачи и взаимодействовать с окружающим миром. Развитие координации включает в себя занятия, направленные на улучшение точности, согласованности и гибкости движений, такие как игровые упражнения, хореография и занятия спортом. Улучшение координации способствует формированию у детей уверенности в себе, повышает их общую физическую активность и помогает в становлении основных навыков, необходимых для успешного обучения и социальной интеграции [2].

В развитии мелкой моторики и координации движений у детей дошкольного возраста могут быть использованы различные методики и упражнения, однако, в настоящее время цифровая педагогика обретает популярность в этом направлении [3]. Цифровые технологии, интегрированные

в образовательный процесс, предлагают уникальные возможности, обеспечивая персонализированный подход и адаптацию к индивидуальным потребностям. Интерактивные игры и приложения на сенсорных экранах требуют от ребенка выполнения точных движений пальцами, что эффективно стимулирует развитие соответствующих навыков, обеспечивая вовлеченность и мотивацию к обучению. Графические редакторы и цифровые инструменты рисования позволяют детям экспериментировать с различными техниками и стилями, развивая креативность и координацию рук и глаз, а также пространственное мышление. Цифровые платформы предоставляют возможность использования специализированных упражнений и игр, направленных на развитие конкретных аспектов мелкой моторики, обеспечивая целенаправленное и эффективное обучение. Использование цифровых технологий для развития мелкой моторики готовит детей к жизни в цифровом мире, развивая необходимые навыки работы с современными устройствами.

Использование цифровых технологий предоставляет уникальные возможности для разностороннего развития мелкой моторики у детей дошкольного возраста. Одним из эффективных подходов является применение графических редакторов и приложений для рисования на планшетах или компьютерах. Такие инструменты позволяют детям экспериментировать с различными техниками и стилями, развивая точность движений и координацию глаз-рука. Рисование узоров, раскрашивание контуров и создание простых анимаций требуют от ребенка концентрации и контроля над движениями пальцев, что способствует укреплению мелких мышц кисти и развитию навыков, необходимых для письма и других видов деятельности, требующих тонкой моторики.

Развитие мелкой моторики и координации движений у дошкольников можно эффективно стимулировать с помощью цифровых игр, сгруппированных по категориям.

Игры для развития мелкой моторики.

1. Рисование и раскрашивание (стилусом или пальцем). Развиваемые навыки: точность движений, контроль над нажимом, развитие хвата, укрепление мелких мышц пальцев, креативность.

2. Виртуальная лепка и моделирование. Развиваемые навыки: представления о форме, детализация, координация пальцев, пространственное мышление, тактильное восприятие (через визуальное представление).

3. Игры с перетаскиванием и сортировкой. Развиваемые навыки: точность движений, умение захватывать и переносить объекты, развитие пинцетного хвата, логическое мышление.

4. Интерактивные музыкальные инструменты (пианино, ксилофон, барабаны). Развиваемые навыки: координация пальцев, развитие ритмического слуха, умение выполнять последовательные движений.

Игры для развития координации движений.

1. Игры-головоломки. Развиваемые навыки: координация глаз-рука, пространственное мышление, умение планировать.

2. Игры на реакцию и точность касания. Развиваемые навыки: скорость реакции, точность движений, координация глаз-рука, внимание.

3. Игры с управлением персонажем (платформеры, раннеры). Развиваемые навыки: координация движений.

4. Игры требующие синхронизации движений (танцевальные игры, музыкальные ритм-игры). Развиваемые навыки: координация движений, ритм, музыкальный слух, синхронизация движений с музыкой, реакция.

Для реализации представленных цифровых игр и упражнений в работе по развитию мелкой моторики и координации движений у дошкольников потребуется следующее оборудование: планшет, компьютер, интерактивная доска, стилус (для рисования), наушники (для концентрации на звуке), программное обеспечение (игры и приложения).

Выбор оборудования для использования цифровых инструментов в развитии мелкой моторики и координации движений у детей дошкольного возраста определяется, прежде всего, целями занятий и доступными ресурсами. Планшеты, благодаря своей портативности и интуитивно понятному интерфейсу, являются отличным вариантом для индивидуальных занятий и самостоятельной работы детей. Компьютеры, в свою очередь, предоставляют более широкие возможности для работы с графическими редакторами и другими ресурсоемкими приложениями, что может быть полезно для развития творческих навыков и пространственного мышления. Интерактивные доски, как правило, используются для групповых занятий, позволяя педагогу демонстрировать упражнения и вовлекать детей в совместную деятельность.

При выборе оборудования необходимо учитывать эргономические требования и особенности детской физиологии. Важно обеспечить правильное положение тела ребенка во время занятий, отрегулировать высоту стола и стула, а также следить за освещением помещения. Использование стилуса при рисовании и раскрашивании на планшете позволяет улучшить точность движений и развить мелкие мышцы кисти, а наушники помогают сосредоточиться на звуке и минимизировать отвлекающие факторы. Кроме того, необходимо тщательно подбирать программное обеспечение, убеждаясь в его безопасности и образовательной ценности, а также следить за тем, чтобы приложения соответствовали возрасту и уровню развития детей.

Цифровые инструменты открывают новые горизонты для развития мелкой моторики и координации движений у детей. Они предлагают интерактивные, увлекательные и персонализированные методы обучения, адаптирующиеся к индивидуальным потребностям и темпам развития каждого ребенка. Однако, для достижения максимальной эффективности, необходимо тщательно подбирать приложения и игры, обеспечивать безопасную и эргономичную среду, а также контролировать время, проводимое детьми за экраном. Сочетание цифровых инструментов с традиционными методами развития мелкой моторики позволит создать сбалансированную и эффективную систему, способствующую гармоничному развитию ребенка и подготовке его к успешной адаптации в цифровом мире.

Источники

1. Теплова И.С. Развитие мелкой моторики рук, графического навыка и зрительно-моторной координации // Вопросы дошкольной педагогики. 2015. № 1 (1). С. 49–52. [Электронный ресурс]. https://moluch.ru/th/1/archive/1/42/ (дата обращения: 30.03.2025).

2. Кусмарцева Т.А. Развитие мелкой моторики ребенка, как одна из проблем современного образования // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 30. С. 33–35.

3. Беззубцева Г.В., Андриевская Т.Н. Развиваем руку ребенка, готовим ее к рисованию и письму: конспекты занятий с играми и упражнениями по развитию мелкой моторики и графических навыков у детей 5-7 лет. М.: Издательство «ГНОМ и Д», 2013. 120 с.

УДК 378.14

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ В СИСТЕМЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Горохова Ирина Анатольевна
Волжский государственный университет водного транспорта, г. Н. Новгород, Россия
paleya@mail.ru

Аннотация. Глобальные тенденции революционного развития в своих основах имеют экосистемные критерии, способствующие корректировке образовательных методик и образу мышления, что, в конечном счете, отображается на факторах взаимодействия. Для способов обучения такие тренды не проходят незаметно – уже внедряются стратегии развития и образования на добровольной основе. Масштабная цифровизация спровоцировала создание и постепенное повышение функциональности цифровых экосистем динамически модернизирующегося образовательного процесса в целом. Благодаря новейшим цифровым технологиям заинтересованность в экосистемах как Министерства образования, так и непосредственно специалистов на местах возросла в разы. Такая динамика обусловливается аспектами современных вышеупомянутых трендов, которые позволяют более эффективно сотрудничать в педагогических кругах и иметь максимальную транспарентность научно-образовательных процессов.

Ключевые слова: экосистемные критерии, цифровизация, функциональность цифровых экосистем, цифровые технологии.

FEATURES OF THE USE OF DIGITAL ECOSYSTEMS IN THE TEACHER EDUCATION SYSTEM

Gorokhova Irina Anatolievna
Volga State University of Water Transport, N. Novgorod, Russia
paleya@mail.ru

Annotation. The global trends of revolutionary development are based on ecosystem criteria that contribute to the adjustment of educational methods and ways of thinking, which, ultimately, is reflected in the factors of interaction. Such trends do not go unnoticed for learning methods – development and education strategies are already being implemented on a voluntary basis. Large-scale digitalization has provoked the creation and gradual increase in the functionality of digital ecosystems of the dynamically modernizing educational process as a whole. Thanks to the latest digital technologies, the interest in ecosystems of both the Ministry of Education and local specialists has increased significantly. This dynamic is determined by aspects of the above-mentioned modern

trends, which allow for more effective cooperation in teaching circles and maximum transparency of scientific and educational processes.

Keywords: ecosystem criteria, digitalization, functionality of digital ecosystems, digital technologies.

Современные тенденции развития педагогической структуры происходят широкими темпами. С момента внедрения в школьную программу занятий в компьютерных классах в начале 2000-ых цифровые технологии не стояли на месте, а постоянно прогрессировали. На данный момент мы имеем практически инновационный образовательный процесс благодаря:

- камерам для различной документации;
- гаджетам и мобильным устройствам (в том числе, на базе «Android»);
- интерактивным образовательным доскам.

Практическое применение вышеперечисленной техники, с одной стороны, способствует педагогике в общем, с другой стороны – усложняет контроль для преподавателей за ее правильным использованием студентами. Технологические нюансы применения образовательных гаджетов на практике должны быть освоены учащимися под мониторингом учителей или деканата, чтобы эффективность обучения с их помощью стремилась к максимально возможному уровню.

Понятие цифровой экосистемы включает взаимодействие ее участников, заинтересованных в сотрудничестве. Их совместные действия, в конечном счете, представляют экономический КПД намного выше, чем в ином случае. Коллективное применение технологических ресурсов и непосредственные навыки формирования информационных продуктов – платформа для взаимовыгодного сотрудничества вышеуказанных пользователей цифровой экосистемы, основной задачей которой является оптимизация соответствующих баз данных – ее составляющих.

Если кто-то из участников системы вводит определенную информацию, она будет доступна другим пользователям благодаря синхронизации всех структурных объектов друг с другом. По сути, помимо участников и их стратегических планов развития составляющих частей экосистемы, к ее критериям следует отнести:

- постоянно обновляемые цифровые технологии – некий «двигатель» современного образовательного процесса в целом;
- информационные пути взаимодействия;
- культуру цифрового взаимодействия;
- факторы организационной структуры.

Несмотря на идейные убеждения эффективности стандартных образовательных тенденций по принципу «ученик у доски», современные

педагогические методики включают больший спектр форм обучения, не менее успешных, чем традиционных моделей. Доказательством этому являются результаты формирования учебных сообществ в период пандемии коронавируса. Образовательный процесс в это время стал достаточно гибким, чтобы дать возможность приспособиться к нему каждому ученику и студенту предпочтительным образом, выбирая как темп обучения, так и учебные группы, в которых не только комфортно и гармонично, но и эффективно с точки зрения сдачи ЕГЭ по конечному итогу [1].

Технологическая составляющая этого вопроса включала возможность беспрепятственного взаимодействия в вышеуказанных группах, а значит, обратная связь и поддержка были 24/7. Глобальные процессы цифровизации способствуют ее интеграции в педагогическую сферу, следствием чего становится лучшая эффективность шаблонов преподавания и учебных часов в общем. Усвоить предмет для каждого ученика и студента становится более легкой и доступной задачей, ведь для этого достаточно открыть смартфон, ознакомиться с учебным материалом и выполнить задания преподавателей. При этом следует учитывать, что транспарентность учебной информации максимальная – материал доступен учащимся по одному клику на экране устройства (как текст, так и графики, таблицы, обучающие видео и даже онлайн-уроки). Поэтому они мотивированы – исследуют, расширяют кругозор, познают новое в подходящих для себя образовательных группах и кругах.

Как показывают исследования, заинтересованное (непосредственно абитуриентами) обучение на базе современных инновационных методик становится более эффективным в долгосрочной перспективе. Это означает, что в памяти и навыках обучающихся накапливается больше знаний и умений, чем при стандартном шаблонном преподавании «у доски», а значит, непосредственно на практике специалисты проявят лучшую квалификацию в каждом отдельном случае и в целом.

Вышеуказанная преподавательская модель обязана своей эффективностью именно цифровым экосистемам, в рамках которых и осуществляются успешные образовательные процессы на базе современных информационных технологий.

Независимо от степени квалификации учебного заведения, будь то школа, техникум или ВУЗ, существует необходимость проведения административных манипуляций, среди которых:

1. Обработка вступительных экзаменов и зачисление на факультет.
2. Формирование графиков и расписаний.
3. Оценивание качества знаний и навыков абитуриентов.
4. Планирование и осуществление учебных мероприятий.
5. Составление итогов образования – за семестр, год и период обучения в целом.

В связи с вышеизложенным, можно прийти к выводу: для эффективного проведения всех административных аспектов учебного заведения необходимы налаженные каналы связи с опорой на взаимодействие с участниками образовательного процесса в общем. На помощь приходит цифровая экосистема, в рамках которой возможно не только наладить критерии учебного сотрудничества заинтересованных лиц друг с другом, но и в принципе иметь доступ к образовательной информации, включая множественные внутренние базы данных по учебному заведению, а также внешние [2].

Такая информационная модель взаимодействия как в рамках ВУЗа, так и за его пределами, а также доступность данных в концепции обучения возможны благодаря применению нескольких цифровых технологий, синхронизированных в инновационной образовательной модели.

Если брать во внимание использование экосистем цифровых технологий в крупном бизнесе, легко проанализировать способы маркетинга брендов, донесения рекламы до потенциальных покупателей – непосредственное продвижение товаров среди целевой аудитории, на руках у которой различные гаджеты и доступ 24/7 к информационным ресурсам. Нечто подобное происходит и в сфере образования. Цифровые экосистемы активно используются как преподавательским составом, так и студентами во взаимовыгодном сотрудничестве друг с другом и с сопутствующими учебными заведениями, что предоставляет следующие преимущества:

- расширенную аналитику учебных процессов и их конечных результатов за различные «тайм-фреймы»;
- доступ для абитуриентов к любой учебной информации и консультациям экспертов;
- точную отчетность, фиксируемую в цифровом поле соответственно периодичности;
- функциональный мониторинг факторов образования, а с внедрением аспектов «дашбординга» – в режиме реального времени, что, в конечном счете, будет содействовать управлению качеством учебных процессов в целом.

«Сердце» цифровой экосистемы любого учебного заведения – официальны сайт, включающий все функциональные разделы – от расписаний мероприятий и профильных блогов с ссылкам на соцсети до новостей и внутреннего чата для студентов. Такой портал является основой взаимодействия всех участников такой системы, удобным рычагом мотивации к образованию для учащихся (особенно с применением мультимедийного пространства) и средством донесения важной информации для преподавательского состава [3].

Среди технологических достижений цифровой экосистемы в шаблонах педагогического образования стоит отметить:

1. Применение мультимедийных факторов – виртуальной реальности или ее смешанных типов.

2. Распространение технологических приспособлений и гаджетов в аудиториях.

3. Онлайн-уроки и курсы открытого характера, индивидуальные или массовые.

4. Активное распространение дистанционной формы обучения.

5. Формирование цифровых библиотек.

Цифровизация большими шагами движется вперед в сфере образования, в том числе – последипломного (предлагаются профильные курсы повышения квалификации). Поэтому эксперты прогнозируют внедрение множества инноваций в стандартные учебные программы, способных повысить качество образования.

Источники

1. Горохова, И. А. Барьеры инвалидности в высшем образовании / И. А. Горохова // Донецкие чтения 2024: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы IX Международной научной конференции. Донецк: Донецкий государственный университет», 2024. – С. 283-286.

2. Саломов, Ш. Н. Проблемы качество образования в педагогической теории и практик: анализ терминов "качество образования" и "качество профессионального образования" / Ш. Н. Саломов // Вестник Педагогического университета. Серия 2: Педагогики и психологии, методики преподавания гуманитарных и естественных дисциплин. – 2020. – № 4(4). – С. 101-106.

3. Баранова, Ю. Ю. Концепция мониторинга системы образования - методологическая основа организации и проведения мониторинга системы образования / Ю. Ю. Баранова, Г. А. Горшков // Научно-методическое обеспечение оценки качества образования. – 2024. – № 2(20). – С. 6-12.

УДК 004.75

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА В ОБРАЗОВАНИИ И В ФОРМИРОВАНИИ ЛИЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА: ВЛИЯНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В ОБРАЗОВАНИИ

Гурбанова Гулширин, Реджепов Санджар, Хакыева Айдженнет
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
crystalinbox20@gmail.com

Аннотация. Статья рассматривает влияние больших данных на образование, акцентируя внимание на их применении в различных аспектах образовательного процесса. В частности, анализируются возможности персонализированного обучения, прогнозирования академической успеваемости студентов, оптимизации работы преподавателей и управления учебными заведениями с помощью аналитики данных. Также рассматриваются современные технологии обработки больших данных, такие как машинное обучение, анализ образовательных данных и прогнозная аналитика. Особое внимание уделяется проблемам, связанным с конфиденциальностью данных, неравномерным доступом к технологиям и этическим вопросам, возникающим при использовании больших данных. В заключение обсуждаются перспективы дальнейшего развития этой области и влияние технологий на будущее образования.

Ключевые слова: Большие данные в образовании, персонализированное обучение, прогнозная аналитика, машинное обучение, образовательные технологии, Анализ учебных данных, преподавание и управление учебным процессом, облачные технологии в образовании, защита данных в образовании, этические вопросы в образовании, образовательные платформы, оптимизация учебных процессов, аналитика данных в образовании, прогнозирование успехов студентов, управление учебными заведениями.

DIGITAL ECOSYSTEM IN EDUCATION AND PERSONALITY FORMATION: INFLUENCE AND APPLICATION OF BIG DATA IN EDUCATION

Gurbanova Gulshirin, Rejepov Sanjar, Hakyyeva Ayjennet
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
crystalinbox20@gmail.com

Abstract. This article examines the impact of big data on education, focusing on its application in various aspects of the educational process. Specifically, it explores the possibilities of personalized learning, predicting academic performance, optimizing teachers' work, and managing educational institutions through data analytics. The article also discusses modern technologies for

processing big data, such as machine learning, learning analytics, and predictive analytics. Special attention is given to issues related to data privacy, unequal access to technology, and ethical concerns arising from the use of big data. In conclusion, the article discusses the prospects for further development in this field and the impact of technology on the future of education.

Keywords: Big data in education, personalized learning, predictive analytics, machine learning, educational technologies, learning analytics, teaching and learning process management, cloud technologies in education, data privacy in education, ethical issues in education, educational platforms, optimization of learning processes, Data analytics in education, predicting student success, educational institution management.

С развитием технологий и доступом к огромным объемам данных появляется уникальная возможность для трансформации образовательной сферы. Внедрение больших данных в образование стало важным шагом в изменении методов преподавания, повышения качества обучения и улучшения управления образовательными учреждениями. Эти данные помогают не только повысить эффективность учебного процесса, но и оптимизировать работу преподавателей, разрабатывать персонализированные образовательные программы и предсказывать успехи или трудности студентов. В данной статье рассматривается влияние больших данных на образование, их возможности и вызовы, с которыми сталкиваются учебные заведения при их использовании.

Термин "большие данные" обозначает огромные объемы информации, которые невозможно обработать с помощью традиционных методов анализа. В сфере образования большие данные включают в себя широкий спектр информации: от результатов экзаменов и тестов до характеристик взаимодействия студентов с образовательными платформами, уровня их активности и успеваемости. Важно понимать, что такие данные включают как структурированную информацию (оценки, результаты тестов, посещаемость), так и неструктурированные данные (например, поведение студентов в интернете или использование образовательных платформ).

Преимущества применения больших данных в образовательных процессах. Персонализированное обучение. Одним из ключевых преимуществ больших данных является возможность создания индивидуализированных образовательных путей для студентов. Каждый учащийся уникален, и традиционные подходы к обучению часто не способны удовлетворить все потребности студентов. С помощью анализа больших данных можно точно определить, в каких областях студент испытывает сложности, и предложить ему дополнительные ресурсы для решения этих проблем, будь то дополнительные материалы или специальные занятия.

Предсказание проблем и рисков. Большие данные предоставляют возможность предсказать, какие студенты могут столкнуться с трудностями в

учебе или даже оставить учебное заведение. В анализ включаются такие показатели, как низкие оценки, высокая пропускная способность, отсутствие активности. На основе этих данных образовательные учреждения могут вовремя вмешаться и предложить поддержку тем студентам, которые находятся в группе риска, предотвращая негативные последствия.

Оптимизация работы преподавателей. Анализ данных помогает преподавателям понять, какие элементы учебного процесса нуждаются в изменениях. Например, можно проанализировать, какие темы вызывают трудности у студентов, и вовремя адаптировать методику преподавания. Это позволяет более эффективно работать с группами студентов и повышать качество обучения.

Управление образовательными учреждениями. Для образовательных учреждений большие данные являются важным инструментом управления. Они позволяют оптимизировать учебные процессы, правильно распределять ресурсы и планировать бюджет. Например, благодаря данным о численности студентов можно заранее спрогнозировать потребности в учебных материалах и педагогах.

Технологии и методы работы с большими данными в образовании.

Для эффективного анализа больших данных в образовании используется ряд технологий и методов, таких как:

Машинное обучение. Машинное обучение (ML) является мощным инструментом для анализа данных. Оно помогает создавать алгоритмы, которые могут автоматически выявлять закономерности в поведении студентов, предсказывать их успеваемость и предлагать индивидуальные рекомендации.

Анализ образовательных данных. Анализ образовательных данных (Learning Analytics) включает сбор и изучение информации о том, как студенты учат материал. Это позволяет выявить, какие образовательные ресурсы эффективны, а какие требуют улучшений. Также с помощью анализа данных можно улучшить взаимодействие студентов с образовательной платформой.

Прогнозная аналитика. Прогнозная аналитика позволяет предсказать, как студенты будут справляться с учебой на основе их текущих результатов. Это помогает вовремя выявить студентов, которые могут столкнуться с трудностями, и предоставить им необходимую поддержку.

Облачные технологии. Облачные технологии дают возможность хранить и анализировать большие объемы данных с минимальными затратами на инфраструктуру. Они обеспечивают доступность данных в реальном времени, что позволяет учебным заведениям быстро реагировать на изменения и корректировать образовательный процесс.

Проблемы и вызовы, связанные с использованием больших данных в образовании.

Защита данных и конфиденциальность. Одним из главных вызовов

является защита личных данных студентов. Сбор и использование персональной информации требуют строгого соблюдения законов о конфиденциальности. Учебным заведениям необходимо внедрять системы защиты данных, чтобы предотвратить их утечку или несанкционированный доступ.

Неравномерный доступ к технологиям. Не все образовательные учреждения имеют равный доступ к современным технологиям, необходимым для работы с большими данными. Некоторые школы и университеты сталкиваются с проблемами из-за нехватки финансирования, недостаточного оборудования и квалифицированных специалистов.

Сложность интерпретации данных. Анализ больших данных требует высокой квалификации, и многие преподаватели могут не иметь необходимых знаний для правильной интерпретации данных. Это может привести к неправильным выводам и, как следствие, к неэффективному использованию данных.

Этические вопросы. Существует множество этических проблем, связанных с использованием данных о студентах. Важно, чтобы образовательные учреждения соблюдали стандарты этики, обеспечивая равенство и справедливость в использовании данных для прогнозирования успехов и неудач студентов.

Перспективы и будущее использования больших данных в образовании. Перспективы использования больших данных в образовании выглядят многообещающе. В будущем ожидается дальнейшее развитие технологий машинного обучения и искусственного интеллекта, что позволит еще более точно анализировать данные и персонализировать процесс обучения. Образовательные платформы будут использовать большие данные для создания уникальных образовательных траекторий, а преподаватели смогут более эффективно работать с группами студентов.

Внедрение больших данных в образовательный процесс имеет огромный потенциал для улучшения качества образования. С помощью аналитики данных можно повысить персонализацию обучения, предсказать успехи студентов, оптимизировать преподавание и управление учебными заведениями. Однако для успешной реализации этих возможностей необходимо учитывать такие факторы, как защита данных, доступ к технологиям и соблюдение этических норм. В будущем большие данные могут сыграть ключевую роль в развитии образовательных систем по всему миру. Развитие информационных технологий и стремительный рост объемов цифровых данных открывают новые горизонты для образовательной сферы. Современные образовательные учреждения, от школ до университетов, уже начинают активно использовать большие данные для повышения качества обучения и оптимизации управления. Это не просто техническая инновация, а важный шаг в трансформации подходов к обучению,

который делает процесс более индивидуализированным и адаптивным к нуждам каждого ученика.

Одной из главных возможностей использования больших данных является персонализация обучения. Традиционные методы преподавания зачастую не могут удовлетворить потребности всех студентов, поскольку каждый человек обладает своими уникальными способностями и скоростью усвоения материала. Анализ цифровых следов, оставляемых учениками в процессе работы с образовательными платформами, позволяет определить слабые и сильные стороны каждого, создать индивидуальные образовательные маршруты и предложить дополнительные ресурсы для преодоления трудностей. Таким образом, студенты получают возможность обучаться в удобном для них темпе и направлении, что существенно повышает мотивацию и конечный результат.

Помимо индивидуализации, большие данные предоставляют инструменты для прогнозной аналитики. Благодаря сбору и анализу информации об успеваемости, посещаемости и активности студентов можно заранее выявить группы риска – тех, кто может столкнуться с проблемами в обучении. Такой подход позволяет образовательным учреждениям оперативно реагировать и предоставлять необходимую поддержку, будь то дополнительные занятия, консультации или корректировка учебного плана. Это особенно важно в условиях постоянных изменений и необходимости адаптации образовательного процесса под новые реалии. Не менее значимым является аспект оптимизации работы преподавателей и административных процессов. Большие данные дают возможность не только оценить эффективность конкретных методик обучения, но и своевременно корректировать учебный процесс. Преподаватели, опираясь на аналитику, могут выявлять темы, вызывающие наибольшие затруднения у студентов, и адаптировать методы подачи материала, делая их более доступными и понятными. В свою очередь, руководители образовательных учреждений могут более рационально распределять ресурсы, планировать бюджеты и обеспечивать необходимую инфраструктуру для поддержки цифровых технологий.

Однако внедрение больших данных в образование сопровождается и рядом вызовов. Прежде всего, необходимо обеспечить надёжную защиту личной информации студентов. Сбор и обработка персональных данных требуют строгого соблюдения норм конфиденциальности, что является одним из приоритетов для всех образовательных учреждений. Помимо этого, существует проблема неравномерного доступа к современным технологиям: не все школы и вузы располагают достаточными ресурсами для полноценного использования аналитических систем. Это может привести к тому, что инновационные методы обучения останутся недоступными для значительной части образовательного процесса. Несмотря на существующие вызовы, такие как необходимость защиты

персональных данных и обеспечение равного доступа к технологиям, потенциал этих инноваций для повышения качества образования остаётся огромным. Современные технологии позволяют сделать обучение более персонализированным, эффективным и адаптивным, что, в свою очередь, способствует развитию образовательной среды, готовой к вызовам будущего.

Источники

1. Смирнов А., Иванова Л. Большие данные в образовании: теоретические основы и практическое применение. – М.: Наука, 2022. – 480 с.
2. Козлов П., Морозова Е. Анализ образовательных данных: методики и технологии. – СПб.: Питер, 2021. – 350 с.
3. Соколова Н. «Персонализированное обучение с использованием больших данных» // Журнал цифровых образовательных технологий, 2020, № 4, с. 15–25.
4. Васильев И. «Прогнозная аналитика в образовании: возможности и вызовы» // Вестник информационных технологий в образовании, 2021, № 2, с. 40–50.
5. Петрова М. «Этические и правовые аспекты применения больших данных в образовательной сфере» // Образовательные технологии и общество, 2022, № 1, с. 10–20.

УДК 378.147

ПРОКТОРИНГ С ПОЗИЦИИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ИСПЫТУЕМЫХ

Давыдова Татьяна Евгеньевна
ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, Россия
tedav@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматриваются результаты теоретического анализа и практического использования системы прокторинга при осуществлении дистанционного тестирования различных групп испытуемых: учащихся учебных заведений, слушателей курсов дополнительного профессионального образования (ДПО), представителей бизнес-среды. Определены положительные и отрицательные аспекты прокторинга. С учетом структурных особенностей представителей групп выделены предпочтительные виды прокторинга, наиболее результативные при соответствующем подходе к тестированию.

Ключевые слова: прокторинг, дистанционное тестирование, отношение к прокторингу, результативность прокторинга.

PROCTORING FROM THE POSITION OF ITS EFFICIENCY IN THE SYSTEM OF REMOTE TESTING OF VARIOUS GROUPS OF SUBJECTS

Davydova Tatiana E.
VSTU, Voronezh, Russia
tedav@rambler.ru

Abstract. The article considers the results of theoretical analysis and practical use of the proctoring system in the implementation of remote testing of various groups of subjects: students of educational institutions, students of additional professional education (APE) courses, representatives of the business environment. Positive and negative aspects of proctoring are determined. Taking into account the structural features of the group representatives, the preferred types of proctoring are identified, which are the most effective with the appropriate approach to testing.

Keywords: proctoring, remote testing, attitude to proctoring, effectiveness of proctoring.

Дистанционное тестирование особенно масштабно вошло в практику российского современного образования с наступлением пандемии коронавируса. Практически все учебные заведения были вынуждены перейти к удаленному формату взаимодействия со студентами, в силу чего соответствующий вариант оценки знаний рассматривался как единственно возможный. До этого мировая

аудитория, представленная учащимися, получающими основное и дополнительное образование с использованием возможностей крупнейших образовательных онлайн-платформ [1-2], была не столь многочисленной, в целом более мотивированной, и дистанционное тестирование оценивалось с позиции осознанного выбора, а не неизбежности, с которой придется смириться. Пандемия завершилась, а онлайн-образование прочно закрепилось в современном мире, в связи с чем усилилась необходимость совершенствования практики оценки знаний в соответствующем формате [3-4]. При этом задача усложнилась с выявлением все большего разнообразия групп испытуемых и неоднородного их отношения к дистанционной оценке знаний. Эти различия мы положили в основу данного исследования различных аспектов результативности использования прокторинга в системе дистанционного тестирования, опираясь на позиции различных групп испытуемых.

В современных условиях экзамен или тестирование с прокторингом считается единственной альтернативой очного экзамена, сохраняющей качество этой процедуры. При этом, как каждый формат оценки знаний, прокторинг имеет свои положительные и отрицательные качества. На основании собственного практического опыта и изучения позиций исследователей мы исследовали различные аспекты дистанционного тестирования [5-8] и его места в системе цифровизации образования в целом [9-14] и пришли к следующим выводам по плюсам и минусам прокторинга.

Достоинства прокторинга: идентификация личности тестируемого; выявление действий, которые могут быть отнесены к академическому мошенничеству; повышение общего качества обучения через необходимость более тщательного изучения материала; справедливое распределение возможностей испытуемых в отношении демонстрации реальных знаний (списывает – не списывает, например); повышение цифровой грамотности преподавателей и студентов.

Недостатки прокторинга: угроза разглашения конфиденциальной информации, касающейся испытуемых; высокий уровень технических требований для организаций и испытуемых; финансовые вложения со стороны пользователей для обеспечения работы с системой; функциональные недостатки искусственного интеллекта; возможные технические сбои в системе; стрессовое состояние испытуемых; дискриминация тестируемых с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Мы выделили три укрупненные группы тестируемых, в составе которых могут присутствовать испытуемые с различным отношением к прокторингу. Это учащиеся образовательных учреждений; граждане, получающие дополнительное образование на онлайн-платформах; представители бизнеса, подтверждающие свою квалификацию. Было выявлено, что у каждой из групп

испытуемых с учетом их структурной специфики, определяющей отношение к дистанционному тестированию, имеются сходные и различные позиции, касающиеся восприятия результативности рассматриваемой системы контроля оценки знаний (таблица 1).

Таблица 1. Выбор вида прокторинга с учетом отношения групп испытуемых к дистанционному тестированию

Группы испытуемых со структурной спецификой	*Учащиеся*	*Слушатели курсов ДПО*	*Представители бизнеса*
Тестируемые с выдающимися способностями	Дистанционное тестирование не предполагает участие испытуемых с выдающимися способностями. Нестандартное мышление зачастую не способствует получению высокой оценки, так как возникает множественность вариантов трактования тестовых заданий и ответов, требующая личного пояснения. Прокторинг нецелесообразен, тестирование нежелательно. В крайнем случае – синхронный прокторинг.		
	Усредняется результат, возможна необъективная оценка ниже средней. Прокторинг подтверждает низкую оценку.	Прокторинг не требуется, так как испытуемые ориентированы на получение дополнительных знаний, мотивация максимальная.	Результат не может быть достигнут в полной мере, требуется общение в очном формате. Целесообразно использование прокторинга при проверке, например, соответствия по техническим позициям.
Мотивированные испытуемые	Стараются освоить информацию, прилежно изучают материал, не используют приемы академического мошенничества. При необходимости достаточно автоматического прокторинга.		
	Знают дисциплину, не заинтересованы в спорных результатах тестирования, не ориентированы на академическое мошенничество.	Нужен положительный результат, поэтому материал осваивают. Применение нежелательных действий при тестировании маловероятно.	Выгоднее продемонстрировать крепкие знания при отсутствии претензий к деталям прохождения процедуры тестирования, чем выдающийся результат с вопросами к способам его достижения.
Испытуемые, ориентированные на получение документа об образовании без тяги к знаниям	Возможно академическое мошенничество, так как имеет место приоритет результата тестирования, а не объем и качество знаний. Целесообразны асинхронный или синхронный виды прокторинга.		
	Требуется опытный проктор для распознавания признаков осуществления запрещенных при	Максимальная склонность к академическому мошенничеству.	Ставится вопрос о возможности дальнейшего трудоустройства при неудовлетворительных результатах тестирования или при наличии

	тестировании действий.		признаков академического мошенничества.
Испытуемые с ОВЗ	Функции программного обеспечения не адаптированы под работу учащимися с ОВЗ (нажатие клавиш, отвод взгляда от монитора и т.д.), поэтому система ошибочно фиксирует потенциальные нарушения инструкции тестируемыми. Желателен синхронный прокторинг.		
	В силу юного возраста в наибольшей степени нуждаются в нивелировании стрессовых факторов. Действия проктора могут помочь.	Мотивация испытуемых высокая, но возможны проблемы технического характера.	Взаимодействие с проктором в синхронном формате позволит наилучшим образом оценить соответствие знаний, умений и навыков испытуемого планируемой деятельности.

Таким образом, прокторинг может быть результативным лишь при дифференциации использования при тестировании различных групп испытуемых. В отношении испытуемых с выдающимися способностями единственно действенным вариантом оценки знаний остается очное взаимодействие с экзаменатором или использование в тестах развернутых ответов на вопросы типа эссе.

Источники

1. Смирнова А. А. Образовательные онлайн-платформы как явление современного мирового образования: к определению понятия // Искусственные общества. 2019. Т. 14. Вып.1. [Электронный ресурс]. URL: https://artsoc.jes.su/s207751800005274-0-1/ (дата обращения: 25.03.25). DOI: 10.18254/S207751800005274-0.

2. Зайцева Е. А. Использование зарубежных онлайн-платформ открытого образования в учебном процессе / Педагогические и социологические аспекты образования: материалы Междунар. научно-практ. конф. Чебоксары: ООО «Издательский дом «Среда», 2018. С. 374-375.

3. Абросимова Е. В. Компьютерное тестирование как одна из форм контроля качества знаний в высшей школе // Образование от "А" до "Я". 2023. № 2. С. 7-11.

4. Голубева И. Ю. Онлайн-тестирование как оценка знаний студентов и помощь молодому преподавателю / Всеросс. семинар по проблемам преподавания физики в транспортных университетах: Сб. материалов, Москва, 22 мая 2024 г. М.: Российский университет транспорта (МИИТ), 2024. С. 24-29.

5. Добрица В. П., Иванова Т. В. Организация тестирования при дистанционном обучении // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и

информатизация образования. 2021. № 3(57). С. 55-60. DOI 10.25688/2072-9014.2021.57.3.07.

6. Федотова М. Ю. Онлайн-тестирование при дистанционном формате обучения / Организационно-методические аспекты повышения качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программам высшего и среднего профессионального образования: Сб. статей III Всеросс. (нац.) научно-метод. конф., посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. С. 187-190.

7. Сабирова Ф. С. Виды тестов в системе профессионального образования // Вестник Технологического университета Таджикистана. 2012. № 1(19). С. 174-185.

8. Зарипова Р. С., Мухаметзянов И. И. Образовательные сервисы и инструменты дистанционного обучения специалистов для цифровой экономики // Экономика и предпринимательство. 2024. № 5(166). С. 1010-1012. DOI 10.34925/EIP.2024.166.5.206.

9. Экономическая безопасность хозяйствующих субъектов современные подходы / Н. Н. Макарова, Г. В. Тимофеева, С. В. Банк, С. А. Хмелев. Москва: Издательский Центр РИОР, 2019. 148 с.

10. Попова С. В., Титова Е. В. Анализ возможностей практической реализации национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации" / Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2021. Т. 9. № 1(52). С. 107-118.

11. Авдеева Е. А., Аверина Т. А., Бутырина Н. А. Предпосылки формирования модели компетенций удалённого сотрудника // Экономика и менеджмент систем управления. 2020. № 3(37). С. 95-98.

12. Рочева О. А., Зарипова Р. С., Бекетова С. И. Информационные технологии как основы парадигмы в образовании с целью развития общества // Russian Journal of Education and Psychology. 2023. Т. 14, № 2-2. С. 85-89.

13. Зарипова Р. С., Кушакова А. И. Интеграция цифровых технологий в учебный процесс: влияние на качество образования // Научное обозрение. Серия 2: Гуманитарные науки. 2024. № 2. С. 69-78. DOI 10.26653/2076-4685-2024-2-06.

14. Кривоногова А. Е., Зарипова Р. С. Современные информационные технологии и их применение в сфере образования // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. Т. 10, № 5. С. 44-47.

УДК 004.7

АНАЛИЗ МУЗЫКАЛЬНЫХ СТРИМИНГОВЫХ СЕРВИСОВ

Донсков Дмитрий Евгеньевич, Зарипова Римма Солтановна
КГЭУ, г. Казань, Россия

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ популярных стриминговых сервисов для прослушивания музыки. Рассматриваются ключевые аспекты данных сервисов, такие как качество звука, библиотека треков, стоимость подписки, удобство интерфейса и персонализация рекомендаций. В результате исследования было выявлено, что каждый сервис обладает уникальными характеристиками, что позволяет пользователям подбирать наиболее подходящий инструмент в зависимости от специфики задач и требований пользователей.

Ключевые слова: стриминговый сервис, музыка, прослушивание, сравнение, анализ.

ANALYSING MUSIC STREAMING SERVICES

Donskov Dmitry Evgenyevich, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia

Annotation. The article presents a comparative analysis of popular streaming services for listening to music. Key aspects of these services, such as sound quality, track library, subscription cost, interface convenience and personalisation of recommendations are considered. The study reveals that each service has unique characteristics, which allows users to select the most appropriate tool depending on the specific tasks and user requirements.

Keywords: streaming service, music, listening, comparison, analysis.

Современные технологии изменили подход к потреблению музыки. Стриминговые сервисы стали основным способом доступа к музыкальным библиотекам, предоставляя пользователям возможность слушать миллионы треков в любое время и в любом месте. Такие платформы, как Яндекс Музыка, ВК Музыка и Spotify, конкурируют на рынке, предлагая различные функции, стоимость подписки и качество предоставляемых услуг. Для пользователей выбор подходящего сервиса становится важной задачей, так как он должен соответствовать их предпочтениям и ожиданиям [1].

С развитием стриминговых технологий компании стремятся улучшить качество звука, расширить музыкальные библиотеки, внедрить алгоритмы персонализации и предложить удобный интерфейс. Но каждый сервис имеет свои сильные и слабые стороны, которые необходимо учитывать при выборе. В статье проводится сравнение популярных платформ, чтобы определить, какая из них лучше всего подходит для различных категорий пользователей. Для анализа были выбраны три сервиса: Яндекс Музыка, ВК Музыка и Spotify. Выбор

обусловлен популярностью среди русскоязычных пользователей, а также наличием уникальных функций, отличающих их друг от друга.

Яндекс Музыка – это российский стриминговый сервис, который активно развивается с 2010 года. Платформа предлагает доступ к более чем 100 миллионам треков, включая локальных исполнителей, что делает её особенно популярной в России. Яндекс Музыка интегрирована с экосистемой Яндекса, что позволяет использовать её совместно с другими сервисами, такими как Яндекс Плюс. Пользователям доступны персонализированные плейлисты, такие как "Плейлист дня", а также возможность слушать подкасты. Кроме того, Яндекс Музыка активно развивает функции для поддержки локального контента, что особенно важно для русскоязычной аудитории. Сервис предлагает эксклюзивные релизы российских исполнителей, а также интеграцию с голосовым помощником Алиса, что позволяет управлять воспроизведением с помощью голосовых команд. Платформа также предоставляет возможность скачивать треки для оффлайн-прослушивания, что делает её удобной для пользователей с ограниченным доступом к интернету.

ВК Музыка – музыкальный сервис, интегрированный в социальную сеть ВКонтакте. Он ориентирован на пользователей, которые уже активно используют ВК, предоставляя доступ к музыке через приложение или сайт социальной сети. ВК Музыка предлагает библиотеку из 80 миллионов треков, включая множество независимых исполнителей, загружаемых самими пользователями. Сервис также позволяет слушать музыку бесплатно с рекламой, что привлекает молодую аудиторию. Особенностью ВК Музыки является её социальная направленность: пользователи могут делиться треками и плейлистами с друзьями напрямую через социальную сеть, а также следить за музыкальными предпочтениями своих контактов. Это создаёт уникальный опыт взаимодействия, который отличает ВК Музыку от других платформ. Но сервис часто критикуют за ограниченные возможности персонализации и качество звука, что может быть недостатком для более требовательных пользователей.

Spotify – международный лидер в области музыкального стриминга, запущенный в 2008 году. Сервис доступен в более чем 180 странах и насчитывает свыше 120 млн треков в своей библиотеке. Spotify известен своими алгоритмами рекомендаций, такими как "Discover Weekly" и "Release Radar", которые помогают пользователям находить новую музыку. Платформа также предлагает высокое качество звука (до 320 кбит/с) и широкий выбор подкастов. Spotify активно инвестирует в развитие технологий искусственного интеллекта для улучшения персонализации. Например, функция «Spotify Wrapped» ежегодно предоставляет пользователям персонализированный отчёт о их музыкальных предпочтениях, что стало популярным трендом в социальных сетях. Кроме того, сервис поддерживает интеграцию с различными устройствами, включая умные

колонки и автомобильные системы, что делает его удобным для использования в разных сценариях.

Для более наглядного сравнения сервисов были выделены пять ключевых критериев: качество звука, библиотека треков, стоимость подписки, удобство интерфейса и персонализация рекомендаций. Эти критерии были выбраны на основе анализа потребностей пользователей, отзывов в сети и экспертных обзоров стриминговых платформ. Качество звука оценивалось с точки зрения максимального битрейта и доступности lossless-формата, библиотека треков – по количеству доступных композиций и наличию локального контента, стоимость – по доступности подписки и наличию бесплатного режима, удобство интерфейса – по интуитивности и функциональности дизайна, а персонализация – по качеству рекомендаций и адаптации к предпочтениям пользователя. Оценка проводилась по шкале от 0 до 10, где 10 – наивысший балл, а 0 – наихудший. Результаты представлены в виде лепестковой диаграммы (рис. 1).

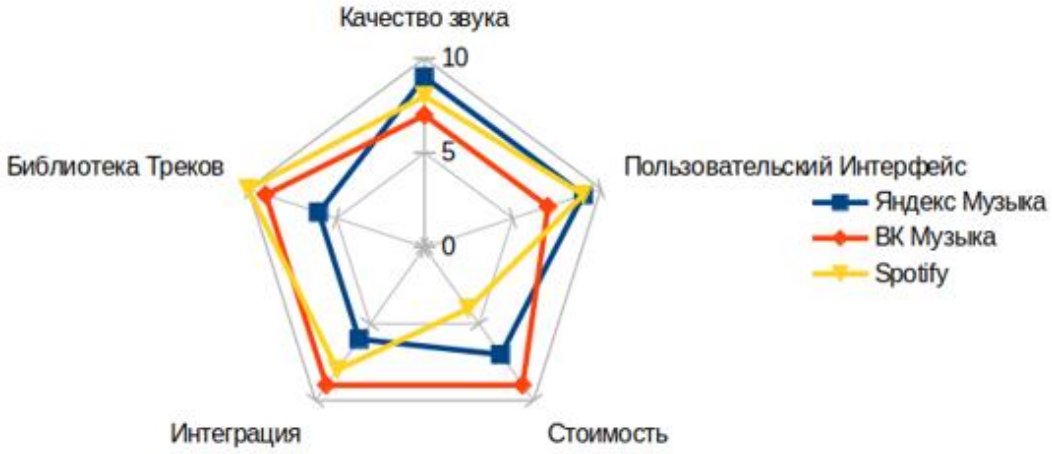


Рис. 1. Лепестковая диаграмма сравнения программных продуктов

Из анализа представленной лепестковой диаграммы можно сделать вывод, что Spotify является лидером по ряду критериев, особенно в библиотеке треков и персонализации, а также демонстрирует высокие показатели в удобстве интерфейса. Яндекс Музыка показывает сбалансированные результаты, выделяясь в качестве звука и удобстве интерфейса, что делает её подходящим вариантом для пользователей, ценящих эти аспекты. ВК Музыка, в свою очередь, уступает конкурентам в персонализации и качестве звука, но превосходит их по стоимости и объёму библиотеки треков, что может быть преимуществом для пользователей, ориентированных на доступность и разнообразие контента.

Источники

1. Мунирова Э.Д., Зарипова Р.С. Цифровая культура в информационном обществе // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 184-187.

УДК 744

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ И ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ

Жоглов Данил Евгеньевич, Голубева Ирина Львовна, Альтапов Арнольд Ренатович
ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань, Россия
denacreative1703@mail.ru

Аннотация: Работа исследует 3D-печать как элемент цифровой экосистемы, раскрывая её потенциал в повседневной жизни. Анализируются механизмы аддитивных технологий, цифровое моделирование и влияние на экологию, экономику и общество в условиях перехода к персонализированному производству.

Ключевые слова: 3D-печать, цифровая экосистема, цифровой двойник, аддитивные технологии, персонализация, кастомизация, облачные платформы, экологичность, интеллектуальная собственность, повседневная жизнь

ADDITIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATION AND EVERYDAY LIFE

Zhoglov Danil E., Golubeva Irina L., Altapov Arnold R.
Kazan National Research Technological University (KNRTU), Kazan, Russia,
denacreative1703@mail.ru

Abstract: This study explores 3D printing as a component of the digital ecosystem, highlighting its potential in everyday life. It analyzes the mechanisms of additive technologies, digital modeling, and their impact on ecology, economy, and society amid the shift toward personalized production.

Keywords: 3D printing, digital ecosystem, digital twin, additive technologies, personalization, customization, cloud platforms, sustainability, intellectual property, everyday life

Введение. Современные технологии меняют повседневную жизнь, упрощая процессы и открывая новые возможности. Одним из перспективных направлений является 3D-печать, которая перешла от промышленного применения к бытовому использованию [1]. Персональные 3D-принтеры позволяют создавать детали, аксессуары и предметы искусства, адаптированные под индивидуальные нужды, стимулируя творчество и снижая зависимость от массового производства. Цифровые инструменты делают это доступным для каждого.

Эта технология интегрирована в цифровую экосистему, объединяющую программное обеспечение, облачные платформы и цифровые двойники.

Пользователи могут проектировать, тестировать и адаптировать модели, а доступ к цифровым базам делает процесс разработки массово доступным. Однако возникают вопросы: какова реальная польза 3D-печати в быту, какие задачи она решает и как влияет на экологию и потребление?

Цифровая экосистема 3D-печати

Современные цифровые технологии превращают 3D-печать в часть глобальной экосистемы, объединяющей разработку моделей, симуляции, облачные вычисления и контроль качества [2]. В отличие от традиционного производства, 3D-печать строит объекты послойно на основе цифрового описания, что делает информационные системы основой процесса.

Как устроена цифровая экосистема аддитивного производства

Процесс начинается с создания 3D-модели в системах автоматизированного проектирования Компас 3D или Blender с учетом конструктивных особенностей — толщины стенок, поддержки слоев, материала [3, 4]. Затем модель тестируется в цифровой среде для оценки прочности и оптимизации конструкции, что снижает затраты и время. После этого она преобразуется в код для принтера. Облачные технологии позволяют загружать и скачивать модели, адаптируя их под нужды. Печать завершается постобработкой — удалением поддержек, шлифовкой, проверкой качества, обеспечивая быстрый цикл разработки.

Взаимосвязь 3D-моделирования, цифровых двойников и печати

Цифровой двойник — виртуальная копия изделия, созданная на основе 3D-модели, — помогает тестировать конструкцию без физического производства. Это важно для сложных решений, где симуляции выявляют прочность, деформации и оптимальные параметры печати (температуру, скорость). Цифровые двойники оптимизируют геометрию, снижают вес и минимизируют ошибки, делая процесс точным и экономичным, например, в инженерии.

Роль облачных платформ: обмен 3D-моделями и разработка новых решений

Облачные платформы, такие как Thingiverse или 3dtoday, обеспечивают доступ к тысячам моделей, которые пользователи могут скачивать и модифицировать. Это поддерживает коллективное проектирование и обмен опытом [5, 6]. Перспективы связаны с искусственным интеллектом, который уже анализирует модели и предлагает настройки печати. В будущем ИИ сможет устранять ошибки и адаптировать процесс, упрощая 3D-печать для всех и повышая эффективность экосистемы.

Влияние 3D-печати на повседневную жизнь

3D-печать выходит за рамки промышленности, проникая в быт и обеспечивая переход к персонализированному производству. Она меняет подход

к потреблению, расширяет возможности кастомизации и влияет на образование и хобби.

Как 3D-печать меняет быт: кастомизация и персонализация

Технология позволяет создавать продукты, адаптированные под индивидуальные нужды, от аксессуаров и чехлов для телефонов до ювелирных изделий и элементов одежды. Это заменяет стандартные товары уникальными решениями, соответствуя ожиданиям пользователей и открывая дизайнерам новые возможности/

Производство запасных частей и бытовых предметов

3D-печать упрощает ремонт, позволяя печатать запасные части для бытовой техники, мебели или автомобилей. Это экономит время и деньги, особенно в удаленных регионах, снижая зависимость от поставок и экологическую нагрузку за счет локального производства.

Влияние на образовательный процесс и хобби

В школах и вузах 3D-принтеры помогают изучать инженерию и дизайн, создавая прототипы и проекты. Для хобби технология открывает простор для творчества — от миниатюр и деталей LEGO до искусства, расширяя границы экспериментов любителей и профессионалов. Это делает обучение и творчество более доступными и практическими.

Проблемы и перспективы развития 3D-печати

3D-печать обладает потенциалом изменить производство и быт, но сталкивается с ограничениями и вызовами, которые нужно преодолеть. Рассмотрим основные проблемы и перспективы технологии.

Ограничения современных технологий: материалы, точность, скорость

Выбор материалов для 3D-печати ограничен — пластик подходит для прототипов, но уступает в прочности, а металл дорог и сложен в обработке. Точность печати не всегда отвечает промышленным стандартам, а скорость остается низкой для крупных объектов, что ограничивает масштабирование.

Авторское право и интеллектуальная собственность в 3D-печати

Распространение цифровых моделей повышает риск пиратства. Легкость копирования объектов угрожает правам дизайнеров и производителей, особенно при сканировании и печати патентованных изделий, усложняя защиту. Это требует новых правовых норм.

Экологические аспекты: переработка пластика, снижение отходов, сокращение выбросов

3D-печать сокращает отходы, используя минимум материала, и позволяет перерабатывать пластик, например, из бутылок [7]. Локальное производство снижает выбросы от транспортировки. Однако некоторые материалы, вроде смол, могут загрязнять среду при утилизации, что требует экологичных решений и исследований.

Заключение. 3D-печать – инновационная технология, преобразующая производство и повседневную жизнь. Она расширяет возможности кастомизации, упрощает ремонт и способствует переработке, сокращая отходы. Однако ограничения в материалах, точности и скорости, а также вопросы авторского права требуют решений. Экологический потенциал значителен, но зависит от разработки безопасных материалов и методов утилизации. При дальнейшем развитии 3D-печать станет основой устойчивого и персонализированного будущего.

Источники

1. Гибсон И., Розен Д., Стакер Б.Технологии аддитивного производства: 3D-печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство / Пер. с англ. СПб.: Питер, 2016. — 656 с.
2. Рэдвуд Б., Шофер Ф., Гаррэт Б. 3D-печать. Практическое руководство М.: ДМК Пресс, 2020. 220 с.
3. КОМПАС-3D: программное обеспечение для 3D-моделирования https://kompas.ru/
4. Blender: программное обеспечение для 3D-моделирования. URL: https://www.blender.org/
5. Thingiverse: цифровая библиотека 3D-моделей. URL: https://www.thingiverse.com/
6. 3Dtoday: цифровая библиотека 3D-моделей. URL: https://3dtoday.ru/
7. https://3dcast.ru/jekologicheskie-aspekty-3d-pechati-ustojch/

УДК 316.614+37.06

ВЛИЯНИЕ ОНЛАЙН-ОБРАЗОВАНИЯ НА СОЦИАЛИЗАЦИЮ МОЛОДЕЖИ

Иванова Ульяна Денисовна, Арзамасова Альфия Габдулловна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ulyana.ivanova2502@gmail.com

Аннотация: В статье рассматривается влияние онлайн-образования на процесс социализации молодежи в условиях современного общества. Введение в онлайн форматы обучения открыло новые горизонты для развития, но одновременно с этим поставило ряд уникальных вызовов. В работе анализируется доступность и разнообразие образовательных ресурсов, а также их влияние на культурную компетентность и самостоятельность учащихся. Особое внимание уделяется проблемам, связанным с недостатком межличностного общения и развитием социальных навыков, что может приводить к изоляции молодежи.

Ключевые слова: молодежь, влияние, социализация, проблемы**,** ресурсы, коммуникации.

INFLUENCE OF ONLINE EDUCATION ON SOCIALIZATION OF YOUTH

Ivanova Ulyana Denisovna, Arzamasova Alfiya Gabdullovna
KSPEU, Kazan, Russia
ulyana.ivanova2502@gmail.com

Abstract: The article examines the influence of online education on the process of socialization of youth in the context of modern society. The introduction of online learning formats has opened up new horizons for development, but at the same time has posed a number of unique challenges. The work analyzes the availability and diversity of educational resources, as well as their impact on the cultural competence and independence of students. Particular attention is paid to problems associated with a lack of interpersonal communication and the development of social skills, which can lead to the isolation of young people.

Keywords: youth, influence, socialization, problems, resources, communications.

С развитием технологий и массовым переходом учебных заведений на дистанционный формат обучения влияние онлайн-образования на социализацию молодежи стало актуальной темой для исследования. Социализация — это процесс формирования социального опыта, взаимодействия с окружающей средой, который закладывает основы для дальнейшей жизни. Изменения в

системе образования, связанные с внедрением онлайн-форматов, привели к множеству изменений в этом процессе.

Одним из основных плюсов онлайн-образования является его доступность. Платформы, предлагающие курсы в различных областях знаний, открывают двери для молодежи из отдаленных или недостаточно обеспеченных по образовательным ресурсам регионов. Это создает возможности для интернационального взаимодействия и расширяет кругозор учащихся. Молодежь может общаться и сотрудничать с экспертами и опытными специалистами со всего мира, что развивает их критическое мышление и понимание различных культур [1, 2].

Однако стоит отметить, что доступ к интернету и технологиям остается неравномерным. Несмотря на рост цифровизации, в некоторых регионах молодежь сталкивается с преградами из-за отсутствия необходимой инфраструктуры. Это приводит к неравенству в образовательных возможностях и может усугубить ситуации относительной социальной изоляции.

Несмотря на преимущества, использование онлайн-образования может негативно сказаться на навыках общения. Виртуальная среда ограничивает возможности невербальной коммуникации, которая является важной частью межличностных взаимодействий. Молодежь, проводящая много времени за экранами, может испытывать трудности в установлении живых контактов, что способно привести к формированию социальных тревожностей и изоляции [2, 3,4].

Некоторые исследования утверждают, что занятия в онлайне могут снижать уровень эмоционального интеллекта у молодежи. Отсутствие прямого общения лишает студентов опыта взаимодействия с другими людьми, способности читать эмоции и выражать свои чувства в реальных ситуациях. Поэтому важно, чтобы образовательные учреждения включали в свои программы элементы живого взаимодействия — семинары, групповые проекты, обсуждения [5].

С другой стороны, онлайн-образование способствует развитию самостоятельности, что является значительным вкладом в процесс социализации. Студенты учатся планировать свое время, устанавливать приоритеты и организовывать свою деятельность [6]. Эта самостоятельность формирует ощущение ответственности за собственные достижения, что, в свою очередь, улучшает самосознание и уверенность в себе. Развитие навыков самоорганизации также связано с необходимостью управлять своим временем и балансировать академическую нагрузку и личные интересы. Студенты, проходя образовательные курсы онлайн, сталкиваются с необходимостью самостоятельного изучения материала, поиска ресурсов и решения возникающих проблем, что в дальнейшем становится им полезным в личной и профессиональной жизни [7]. Онлайн обучение: развивает внимательность,

усидчивость, умение самостоятельно принимать решения, а также учат оценивать свои шансы и последствия при принятии решений; развивает чувство ответственности, так как необходимо самому отслеживать дедлайны и разбираться в темах; развивает навык самообразования, так как необходимо самому погружаться в предмет/дисциплину и изучать его.

Онлайн-образование также отражает многогранность культуры и способствует глобализации учебного процесса. Курсы на платформах, таких как Coursera, edX и другие, представляют разнообразные культурные и языковые особенности, что помогает молодежи лучше понимать и принимать другие культуры. Это важно в условиях глобализации, где разнообразие становиться нормой.

Становление культурной компетентности, гибкости мышления и эмоциональной отзывчивости может существенно обогатить личный опыт учащихся и улучшить их способности к взаимодействию с разными группами людей. Такие аспекты социализации крайне важны в современном обществе, где сотрудничество и обмен идей играют ключевую роль [8].

Таким образом, влияние онлайн-образования на социализацию молодежи является сложным и многогранным процессом. С одной стороны, оно открывает множество возможностей для развития, расширения кругозора и формирования различных слоев социальной активности. С другой стороны, существуют риски, связанные с изоляцией и недостатком межличностных взаимодействий. Поэтому необходимо продолжать изучение данной темы, чтобы выявить способы, позволяющие максимально эффективно использовать преимущества онлайн-образования и минимизировать его недостатки. Важно разрабатывать программы, которые будут сочетать онлайн-обучение с другими формами социализации, способствуя созданию полноценного образовательного пространства для молодежи. В конечном счете, от того, как мы адаптируем систему образования к потребностям нового поколения, зависит будущее общества в целом.

Источники

1. Чистяков А.В. Социализация личности в обществе интернет коммуникаций: социокультурный анализ: дис. д-ра соц. наук. Ростов н/Д. 2006. 278 с.

2. Янова О.Ю. Применение информационных и компьютерных технологий в онлайн-образовании // Экономика И Предпринимательство. 2024. № 3(164). С.1371-1374.

3. Пивоваров В.А. Проблемное поле перехода системы высшего образования на дистанционное обучение // Вестник Воронежского

государственного университета, серия: проблемы высшего образования № 4, 2020. Учредители: Воронежский государственный университет (Воронеж) ст. 77-80.

4. Арзамасова, А. Г. Видеоигры: социально-психологическая адаптация геймеров / А. Г. Арзамасова, Е. Ю. Мисоедова, А. И. Антонова // Современные проблемы социально-гуманитарных наук. 2016. № 4(6). С. 29-32.

5. Королева Н.Н., Богдановская И.М., Луговая В.Ф. Воздействие современной информационной и медиасреды на «Образ Я» подростков // Universum: Вестник Герценовского университета. СПб., 2014. Вып. 2. С. 87-94.

6. Шакирова, Д. М. Принципы тайм-менеджмента в образовательном процессе студентов инженерных специальностей / Д. М. Шакирова, А. А. Цветкова // Наука, общество, культура: проблемы и перспективы взаимодействия в современном мире: Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2021. С. 167-172.

7. Чванова М.С., Храмова М.В., Слетков И.А., Киселева Н.А., Молчанов А.А., Котова Н.А. Исследование влияния Интернета на социальные потребности пользователей// Вестник Тамбовского университета. Серия Гуманитарные науки. Тамбов, 2016. Т. 21. Вып. 12 (164) С. 7-25.

8. Бондаренко С.В. Модель социализации пользователей в киберпространстве // Технологии информационного общества – Интернет и современное общество: труды 6 Всерос. объед. конф. СПб., 2003. С. 5-7.

УДК 658.8:316.77

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ

Ишмуратова Иделия Ильсуровна, Назарова Дарья Константиновна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ideliyaishmuratova@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние социальных сетей (ВКонтакте, Telegram, TikTok) на потребительское поведение в контексте частоты покупок товаров и услуг, увиденных на этих платформах. Опрос, выявил различные паттерны покупок в зависимости от возраста и уровня вовлеченности в социальные сети. Результаты исследования демонстрируют значительное влияние социальных медиа на принятие покупательских решений, особенно среди молодежной аудитории.

Ключевые слова: социальные сети, потребительское поведение, покупки, ВКонтакте, Telegram, TikTok, реклама, возрастная группа, импульсивные покупки, онлайн-платформы.

THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON CONSUMER BEHAVIOR

Ishmuratova Idelia Ilsurovna, Nazarova Darya Konstantinovna
KSPEU, Kazan, Russia
ideliyaishmuratova@mail.ru

Annotation. The article examines the influence of social networks (VKontakte, Telegram, TikTok) on consumer behavior in the context of the frequency of purchases of goods and services seen on these platforms. A survey different shopping patterns depending on their age and level of social media engagement. The results of the study demonstrate the significant influence of social media on consumer decision-making, especially among the youth audience.

Keywords: social networks, consumer behavior, purchases, VKontakte, Telegram, TikTok, advertising, age group, impulsive purchases, online platforms.

Социальные сети уже давно перестали быть лишь платформами для общения. Сегодня они – важнейшие инструменты в мире маркетинга и значимый фактор, определяющий поведение потребителей. ВКонтакте, Telegram, TikTok – все эти платформы не просто рассказывают нам о жизни друзей, они превращаются в источники информации, вдохновения и даже принятия решений о покупке [1].

Многочисленные исследования доказывают, что социальные сети значительно изменяют поведение потребителей. В связи с этим бренды стали

тратить миллиарды на рекламу именно в социальных платформах. Социальные сети создали уникальную ситуацию: рекламные послания в этих пространствах кажутся менее навязчивыми, более органичными и часто – более персонализированными. Например, реклама в ленте ВКонтакте выглядит как пост от друга или знакомого, что делает её восприятие более доверительным. Это не просто платная реклама – это реклама, встроенная в контекст нашего повседневного общения.

Социальные сети, становятся важным источником информации о товарах и услугах, что нередко влияет на потребительские решения. Модные товары, новые гаджеты или косметические продукты часто появляются в лентах пользователей, привлекая внимание и побуждая к покупкам. Явление «инфлюенсеров» на этих платформах демонстрирует, как личный опыт и мнение известных личностей могут существенно повлиять на формирование массовых предпочтений и потребительских трендов [2].

Рассмотри это явление на примере TikTok. Согласно исследованию, проведённому компанией Nielsen, около 70% пользователей в возрасте от 18 до 34 лет хотя бы раз совершали покупку по рекомендации блогеров и инфлюенсеров. Зачастую покупатели даже не осознают, насколько они подвержены влиянию. Бренды грамотно используют эти «молчаливые рекомендации», превращая каждое фото в рекламу.

Если мы говорим о потребительском поведении, важно учитывать, как эмоциональные реакции на контент в социальных сетях формируют желания и решения. Исследования показывают, что посты, которые вызывают сильные эмоции, будь то радость, удивление или даже злость, значительно увеличивают вероятность того, что пользователь сделает покупку. В недавнем исследовании, 80% респондентов признались, что они готовы приобрести товар, если рекламное сообщение вызывает положительные эмоции.

Недавняя кампания Nike с участием знаменитых атлетов вдохновила тысячи людей на покупку спортивной обуви и одежды. Посты с яркими, эмоционально насыщенными изображениями буквально побуждали людей к действию, создавая эффект «я тоже хочу быть частью этого» [3].

Социальные сети стали полем, где одним из главных факторов принятия решения является мнение окружающих. Отзывы в TikTok, комментарии в ВКонтакте и Telegram — все это влияет на восприятие товаров и услуг. К примеру, 92% людей доверяют рекомендациям друзей и семьи больше, чем любой рекламе. В мире, где постоянно пересматриваем множественные отзывы и смотрим, как опыт других людей может быть применим к нам, социальные сети становятся мощным каналом для распространения «сарафанного радио».

Недавний кейс с TikTok прекрасно иллюстрирует, как социальные сети могут напрямую повлиять на поведение потребителей. В 2021 году в TikTok

появилась неформальная трендовая волна, связанная с переосмыслением старой моды, в частности, тренда на «ретро-одежду». Миллионы людей начали активно публиковать видео с переосмыслением винтажных нарядов, что привело к неожиданному всплеску покупок на таких платформах, как Depop и eBay, где пользователи могли приобретать вторичные товары. Бренды начали мгновенно реагировать на этот тренд, запуская новые линии, вдохновленные 90-ми и 2000-ми годами. Речь идет о феномене «TikTok Made Me Buy It», который вскоре стал настолько популярным, что модные бренды начали работать с TikTok-инфлюенсерами напрямую для продвижения своих товаров.

В России тренд на винтажную одежду, популяризированную соцсетями, быстро отразился на Авито. По данным платформы, в 2022 году спрос на одежду 90-х и 2000-х вырос на 60%, а количество объявлений в категории «Винтаж» увеличилось на 40%. Особенно популярны стали спортивные костюмы Adidas, джинсы Levi’s 501 и сумки LV. Платформа быстро адаптировалась: появились подборки «Одежда и обувь с уникальной историей», алгоритмы чаще рекомендовали винтаж, а продавцы начали оформлять объявления в стиле соцсетей – с видеообзорами и трендовыми описаниями. Это показывает, как соцсети формируют спрос, а локальные площадки, такие как Авито, оперативно его подхватывают [4].

Чтобы выяснить, как часто пользователи совершают покупки товаров или услуг, увиденных в социальных сетях, таких как ВКонтакте, Telegram, TikTok, нами был проведен опрос среди 50 человек в возрастной категории от 16 до 45. Результаты опроса, показали разнообразие потребительских реакций. 20% респондентов указали, что покупают товары очень часто, если они привлекли их внимание, что свидетельствует о значительном влиянии социальных платформ на поведение потребителей. 40% опрошенных заявили, что покупают товары иногда, в зависимости от уровня заинтересованности. 30% респондентов покупают товары редко, а 10% – никогда не совершают покупок на основе информации из социальных сетей (рис.1).

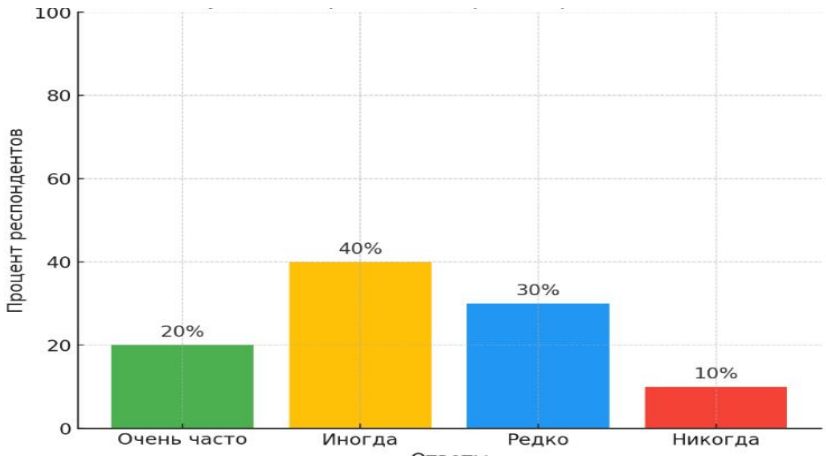


Рис. 1 Частота покупок товаров после просмотра в социальных сетях

Также можно выделить явную зависимость между возрастом и частотой покупок товаров. Среди молодежной аудитории в возрастной категории 16-24 года наибольшую популярность имеют ответы «Очень часто», что подтверждает высокий уровень вовлеченности этой группы в социальные сети и склонность к импульсивным покупкам, вызванным интересным контентом. В то время как респонденты в возрасте 25-35 лет чаще выбирают ответ «Иногда», указывая на более осознанный подход к покупкам. Самая старшая возрастная группа 36-45 лет в значительной степени склонна выбирать ответы «Редко» или «Никогда», что может свидетельствовать о более скептическом отношении к рекламе в социальных сетях и большей предвзятости к источникам информации.

Данные результаты подчеркивают важность социальных сетей как инструмента влияния на потребительские предпочтения: 60% участников опроса совершают покупки хотя бы иногда, что подтверждает существенное влияние контента, распространяемого через данные платформы, на принятие решений в сфере потребления.

Социальные сети, без сомнения, оказывают огромный эффект на потребительские предпочтения. Они становятся мощным катализатором покупок, благодаря своей способности вызывать эмоции, влиять через множественные отзывы и грамотно вписывать рекламу в повседневную жизнь пользователей. Потребительское поведение часто формируется не только личными предпочтениями, но и онлайн-взаимодействиями с друзьями, знакомыми и незнакомыми людьми. Сейчас важно понимать, что социальные сети — это не просто инструменты для развлечений или общения. Это важнейшие каналы влияния, которые могут формировать поведение, желания и даже потребности миллионов людей по всему миру.

Источники

1. Моисеенко, И.В. Исследование отношения потребителей к рекламе в социальных сетях //Практический маркетинг. №12, 2016. С. 29-35.

2. E. V. Antonova, Analysis of everyday goods consumption in self-isolation based on consumer behaviour model // Consequences of Pandemic on the Regional Economy, 2021. P. 4-9.

3. Fedyunina E. N. Teoriya potrebitelskogo povedeniya. Textbook. 2018. 128 p. Available at: https://znanium.com (дата обращения: 15.02.2025).

4. Иванов, Д. А. Как маркетинг манипулирует потенциальными покупателями / Д. А. Иванов, К. И. Трубников, А. В. Овчинников // Опыт и проблемы реформирования системы менеджмента на современном предприятии: тактика и стратегия. Пенза: 2024. С. 222-224.

УДК 37.012

ФЕНОМЕН ЦИФРОВЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Калачева Дарья Артёмовна, Андреева Елена Анатольевна
КГЭУ, г. Казань, Россия
dashunya_2208@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается концепция цифровых экосистем в контексте цифровой экономики и образования, анализируются их ключевые характеристики, преимущества и вызовы. Автор подчеркивает, что цифровые экосистемы представляют собой сложные системы взаимосвязанных элементов, обеспечивающих новые формы хозяйствования, обмена информацией и создания ценности. Особое внимание уделяется трансформации роли учителя в образовательных экосистемах. Обсуждаются проблемы интеграции образовательных учреждений в цифровые экосистемы, включая необходимость перехода к персонализированным и гибким моделям обучения, а также важность создания инклюзивной образовательной среды. Рассматриваются гуманитарные аспекты цифровых экосистем, такие как этические нормы, защита данных и социальная инклюзивность.

Ключевые слова: цифровая экономика, образовательные экосистемы, цифровые технологии, роль учителя, критическое мышление, персонализация обучения, гуманитарные аспекты.

THE PHENOMENON OF DIGITAL AND EDUCATIONAL ECOSYSTEMS

Kalacheva Darya Artemovna, Andreeva Elena Anatolyevna
KSPEU, Kazan, Russia
dashunya_2208@mail.ru

Annotation. The article examines the concept of digital ecosystems in the context of the digital economy and education, analyzes their key characteristics, advantages and challenges. The author emphasizes that digital ecosystems are complex systems of interconnected elements that provide new forms of management, information exchange and value creation. Special attention is paid to the transformation of the teacher's role in educational ecosystems. The problems of integrating educational institutions into digital ecosystems are discussed, including the need to switch to personalized and flexible learning models, as well as the importance of creating an inclusive educational environment. It examines the humanitarian aspects of digital ecosystems, such as ethical standards, data protection, and social inclusion.

Keywords: digital economy, educational ecosystems, digital technologies, the role of teachers, critical thinking, personalization of learning, humanitarian aspects.

В контексте цифровой экономики термин "экосистема" – это система (пространство) взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов среды, обеспечивающих на базе информационных технологий качественно новые способы и механизмы хозяйствование, включающие в себя электронное взаимодействие участников гражданского и торгового оборота, единое цифровое пространство, а также взаимопроникновение цифровой культуры, сознания и ценностей в современном цифровом обществе [1]. Цифровые экосистемы стремятся к созданию ценности посредством синергии между участниками, обмена информацией и ресурсами. Такая интерпретация "экосистемы" перекликается с философскими идеями о всеобщей взаимосвязи и системном подходе. Однако, широкое применение термина "экосистема" в различных контекстах поднимает вопрос о его содержательной наполненности и сохранении первоначального научного значения. Риск заключается в том, что термин может стать универсальной, но расплывчатой метафорой, утрачивая свою точность и аналитическую ценность. Для предотвращения этого необходимо четко определять границы и характеристики каждой конкретной "экосистемы", учитывать специфику предметной области и избегать необоснованного переноса концепций из одной сферы в другую. Важно сохранять баланс между интеграцией знаний и дифференциацией понятий. В конечном итоге, успех формирования новой научной картины мира, основанной на всеобщей взаимосвязи, зависит от способности исследователей к междисциплинарному диалогу, критическому осмыслению используемой терминологии и строгому научному анализу [2].

Учитель играет важную роль в условиях образовательных экосистем. В этой новой парадигме образовательной экосистемы учитель перестает быть простым исполнителем инструкций, а становится архитектором учебного процесса, способным создавать уникальные образовательные опыты для каждого ученика. Он выступает в роли наставника, фасилитатора и куратора, направляя учащихся в их индивидуальных образовательных траекториях. Учитель будущего – это исследователь, аналитик и инноватор. Он постоянно изучает новые образовательные технологии, адаптирует их к потребностям своих учеников и разрабатывает собственные методики, отвечающие вызовам времени. Он не боится экспериментировать и внедрять новые подходы, стремясь сделать обучение максимально эффективным и увлекательным. Важнейшим аспектом новой роли учителя является развитие критического мышления и умения решать проблемы у учащихся. В условиях информационного перенасыщения учитель помогает ученикам ориентироваться в потоке информации, отличать правду от лжи и формировать собственное мнение. Он учит их анализировать, синтезировать и оценивать информацию, а также применять полученные знания на практике [3]. Таким образом, философия образования в условиях

образовательных экосистем претерпевает существенные изменения. Профессия учителя становится более сложной, но и более интересной и востребованной. Учитель будущего – это не просто транслятор знаний, а проводник в мир знаний, помогающий ученикам раскрыть свой потенциал и стать успешными в современном мире.

Проблемы становления образовательных экосистем. В этих условиях попытки интеграции образовательных учреждений в экосистемы наталкиваются на серьезные препятствия. Необходима глубокая трансформация образовательной парадигмы, отказ от устаревших методов и переход к более гибким и ориентированным на личность подходам. Важно создать условия для активного участия обучающихся в процессе познания, стимулировать их самостоятельность и инициативу. Перспективным направлением является разработка и внедрение новых образовательных технологий, которые не заменяют учителя, а дополняют его, расширяя возможности для индивидуализации обучения и развития творческих способностей. Эти технологии должны быть направлены на формирование у обучающихся навыков критического мышления, решения проблем и работы в команде. Ключевым фактором успеха является создание благоприятной образовательной среды, в которой каждый обучающийся чувствует себя комфортно и безопасно, имеет возможность раскрыть свой потенциал и реализовать свои цели. Это требует от педагогов высокой квалификации, эмпатии и готовности к постоянному самосовершенствованию. В конечном итоге, образовательная экосистема должна стать пространством сотрудничества и сотворчества, где обучающиеся, педагоги, родители и представители сообщества объединяют свои усилия для достижения общей цели – развития личности, способной к самореализации и внесению позитивного вклада в общество.

В образовательных экосистемах содержание образования перестает быть статичным набором фактов, а превращается в динамичную систему ресурсов, инструментов и возможностей для саморазвития. Учащийся становится активным участником процесса, самостоятельно определяющим траекторию своего обучения, исходя из личных целей и интересов. Проектирование образовательных экосистем предполагает создание богатой, стимулирующей среды, в которой учащиеся сталкиваются с реальными проблемами и задачами, требующими комплексного подхода и применения междисциплинарных знаний. Это способствует развитию критического мышления, умения анализировать информацию, оценивать альтернативные решения и принимать взвешенные решения. Важным элементом образовательных экосистем является акцент на сотрудничестве и взаимодействии. Учащиеся учатся работать в команде, обмениваться знаниями и опытом, находить компромиссы и совместно решать

сложные задачи. Это развивает коммуникативные навыки, эмоциональный интеллект и умение адаптироваться к различным ролям и ситуациям [4].

В гуманитарном контексте цифровые экосистемы предстают не просто как технологические платформы, а как сложные социальные организмы, в которых переплетаются интересы, потребности и ценности различных участников. Успех таких экосистем определяется не только их технологической продвинутостью, но и способностью создавать благоприятную среду для развития и самореализации человека. Акцент на гуманитарном аспекте предполагает необходимость учитывать этические нормы и принципы при проектировании и внедрении цифровых экосистем. Важно обеспечить прозрачность алгоритмов, защиту персональных данных и равный доступ к возможностям, которые предоставляют эти системы. В противном случае, цифровые экосистемы могут стать инструментом манипуляции и дискриминации, усугубляя социальное неравенство. Развитие цифровых экосистем должно быть направлено на создание инклюзивного и устойчивого общества, в котором каждый человек имеет возможность реализовать свой потенциал. Это требует активного участия государства, бизнеса и гражданского общества в формировании политики и стратегий развития цифровых экосистем, учитывающих интересы всех заинтересованных сторон. В конечном итоге, будущее цифровых экосистем зависит от того, насколько успешно они смогут интегрировать в свою структуру гуманитарные ценности и принципы. Только в этом случае они смогут стать не просто инструментом для достижения экономических целей, но и средством для улучшения качества жизни и развития человеческого потенциала.

Источники

1. Джимми Д. У., Лоуренс М. С. Экосистема цифровой экономики / Джимми Д. У., Лоуренс М. С. [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. URL: Экосистема цифровой экономики (дата обращения: 26.03.2025).

2. Образовательные экосистемы: возникающая практика для будущего образования. [Электронный ресурс]. URL: https://www.skolkovo.ru/researches/obrazovatelnye-ekosistemy-voznikayushaya-praktika-dlya-budushego-obrazovaniya/ (дата обращения: 26.03.2025).

3. Солдатова Г. У. Цифровая социализация в культурно-исторической парадигме: изменяющийся ребенок в изменяющемся мире // Социальная психология и общество. 2018. Т. 9. № 3. С. 71–80.

4. Педагогический энциклопедический словарь / Б.М. Бим-Бад (гл. ред.); редкол.: и др. М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. 528 с.

УДК 372.851

МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ: ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ОБРАЗОВАНИИ

Кисельников Игорь Васильевич
Алтайский государственный педагогический университет, г. Барнаул, Россия
kiv@altspu.ru

Аннотация. В статье рассмотрен характер трансформации методов обучения математике в условиях цифровизации образования. Выделены основные изменения в методах обучения математике. Отражены преимущества цифровых инструментов в обучении. Указаны вызовы и перспективы трансформации методов обучения математике.

Ключевые слова: обучение математике, методы обучения, цифровые инструменты в образовании, методика обучения математике, процессный подход к обучению.

TRANSFORMATION OF METHODS OF TEACHING MATHEMATICS IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF EDUCATION

Kiselnikov Igor Vasilievich
Altai State Pedagogical University, Barnaul, Russia
kiv@altspu.ru

Abstract. The article examines the nature of the transformation of mathematics teaching methods in the context of digitalization of education. The main changes in mathematics teaching methods are highlighted. The advantages of digital tools in teaching are reflected. The challenges and prospects for the transformation of mathematics teaching methods are indicated.

Keywords: teaching mathematics, teaching methods, digital tools in education, methods of teaching mathematics, process approach to teaching.

В последние десятилетия цифровая трансформация затронула практически все сферы жизни общества, включая образование [1, с. 144]. Цифровизация образовательных процессов привела к значительным изменениям в методах преподавания различных дисциплин, в том числе математики. Современные технологии позволяют использовать новые подходы к обучению, делая процесс более интерактивным, персонализированным и эффективным [2].

Традиционные методы обучения математике основывались на устных объяснениях учителя, выполнении письменных заданий и решении задач из учебников. Такой подход был эффективен для многих поколений учеников,

однако он имел свои ограничения. Например, стандартизированный учебный план не всегда учитывал индивидуальные особенности каждого ученика, а темп обучения мог быть слишком быстрым для одних и медленным для других.

Цифровые технологии начали активно внедряться в образовательную сферу еще в конце XX века, но настоящий прорыв произошел в начале XXI века с развитием интернета и мобильных устройств. Сегодня цифровые платформы, образовательные приложения и онлайн-курсы стали неотъемлемой частью учебного процесса, предлагая новые возможности для изучения математики [3].

Основные изменения в методах обучения математике.

Персонализация обучения. Одним из ключевых преимуществ цифровизации является возможность индивидуализации образовательного процесса. Современные системы адаптивного обучения анализируют успехи и трудности каждого ученика, подстраивая учебные материалы и задания под его уровень подготовки. Это позволяет каждому ученику двигаться в своем темпе, углубляясь в сложные темы или ускоряя прохождение материала, который уже освоен [4]. Примером таких систем являются платформы вроде Khan Academy или Coursera, где ученики могут выбирать курсы и модули, соответствующие их интересам и уровню знаний. Кроме того, многие школы внедряют программы смешанного обучения, сочетающие традиционные уроки с использованием цифровых ресурсов.

Интерактивность и визуализация. Цифровые технологии значительно расширили возможности визуального представления математических концепций. Математические модели, графики, анимации и симуляции помогают лучше понять абстрактные идеи и процессы. Например, интерактивные графопостроители позволяют ученикам экспериментировать с различными функциями и видеть, как изменение параметров влияет на форму графика. Платформы вроде GeoGebra предлагают мощные инструменты для создания динамических геометрических моделей, которые можно изменять в реальном времени. Такие ресурсы делают изучение геометрии и алгебры более наглядным и увлекательным.

Геймификация. Использование игровых элементов в обучении математике стало популярным благодаря своей способности мотивировать учащихся. Геймификация включает в себя элементы соревновательности, достижения целей, получения наград и продвижения по уровням. Она

помогает сделать обучение более интересным и захватывающим, особенно для младших школьников и подростков.

Приложения вроде Prodigy Math Game превращают решение математических задач в увлекательное приключение, где ученики сражаются с монстрами, решают головоломки и зарабатывают очки за правильные ответы. Подобные игры способствуют развитию логического мышления и повышают интерес к предмету.

Онлайн-тестирование и обратная связь. Цифровые платформы предоставляют удобные инструменты для проведения тестов и экзаменов, а также для анализа результатов. Учителя могут быстро проверять работы учеников, предоставляя им мгновенную обратную связь. Автоматическая проверка ответов позволяет избежать ошибок при выставлении оценок и ускоряет процесс оценки знаний. Кроме того, современные системы тестирования могут генерировать индивидуальные наборы вопросов, исходя из предыдущих успехов ученика. Это помогает выявить пробелы в знаниях и предложить дополнительные упражнения для их устранения.

Доступ к дополнительным ресурсам. Цифровизация открыла доступ к огромному количеству учебных материалов, курсов и лекций от ведущих мировых университетов и преподавателей. Платформы вроде YouTube, Coursera и edX предлагают бесплатные или недорогие курсы по различным аспектам математики, начиная от элементарной арифметики и заканчивая сложными дисциплинами, такими как теория вероятностей и статистика.

Ученики теперь могут самостоятельно изучать интересующие их темы, углубляться в определенные области математики и получать знания, выходящие за рамки школьной программы. Это способствует развитию самостоятельности и критического мышления.

Вызовы и перспективы. Несмотря на многочисленные преимущества, цифровизация образования сталкивается с рядом вызовов. Одним из них является необходимость обеспечения равного доступа к технологиям для всех учащихся. Не у всех учеников есть дома компьютеры или интернет, что может привести к неравенству в образовании.

Еще одним вызовом является адаптация учителей к новым методам преподавания. Многие педагоги привыкли работать по традиционным методикам и испытывают трудности при переходе на использование цифровых инструментов. Поэтому важно проводить регулярные тренинги и семинары для повышения квалификации учителей.

Однако несмотря на эти сложности, будущее цифрового образования выглядит весьма перспективным. Развитие искусственного интеллекта и

машинного обучения позволит создавать еще более эффективные и персонализированные системы обучения. Виртуальная реальность и дополненная реальность откроют новые горизонты для визуализации сложных математических понятий [6].

Таким образом, цифровизация образования кардинально изменила методы обучения математике, сделав процесс более интерактивным, персонализированным и доступным. Новые технологии открывают огромные возможности для развития творческих способностей и самостоятельного обучения. Однако для успешного внедрения этих технологий необходимо преодолеть существующие барьеры и обеспечить поддержку педагогов и учащихся.

Таким образом, цифровая трансформация представляет собой важный шаг вперед в развитии образовательной системы, способствующий повышению качества математического образования и подготовке нового поколения специалистов, готовых к вызовам будущего.

Источники

1. Тестов В.А., Перминов Е.А. Методологические особенности цифровой трансформации обучения математике // Трансформация механико-математического и IT-образования в условиях цифровизации. Т. 1. Минск: Белорусский государственный университет, 2023. С. 144-149.
2. Евсеева Е.Г., Гребенкина А.С. Методологические подходы к обучению математическим дисциплинам в контексте цифровизации образования // Трансформация механико-математического и IT-образования в условиях цифровизации. Т. 1. Минск: Белорусский государственный университет, 2023. С. 90-95.
3. Цапов В. А. Теоретические и методические основы формирования мировоззренческих ориентиров у цифрового поколения студентов – будущих учителей математики в процессе математической подготовки: монография. Донецк: ДОННУ, 2021. 301 с.
4. Кисельников И. В. Особенности цифрового мира в процессе обучения математике // Информация и образование: границы коммуникаций. 2014. № 6(14). С. 287-288.
5. Кисельников И. В. Проектирование процесса обучения математическим понятиям в системе обеспечения качества обучения математике // Современные проблемы науки и образования. 2014. №2. С.207.

УДК 004.9

ФОРМИРОВАНИИ ЛИЧНОСТИ ИНЖЕНЕРА В РАМКАХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Кленина Людмила Ивановна
Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»,
г. Москва, Россия
kleninali@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено формирование личности инженера в студенческой среде. Уверенность в выборе будущей специальности подкрепляется в совместной трудовой деятельности в производственном коллективе. Образовательная экосистема в университетах настраивается на работу со студентами поколения Z. Реализуется желание будущих инженеров освоить смежную специальность дистанционно. Преподаватели, используя методы визуализации, представляют учебный материал в форме, удобной для клиптового восприятия.

Ключевые слова: цифровые аборигены, клиптовое восприятие, методы визуализации, инфографика.

FORMATION OF THE PERSONALIRY OF AN ENGINEER WITHIN THE FRAMEWORK OF AN EDUCATION ECOSYSTEM

Klenina Lyudmima Ivanovna
National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russia
kleninali@mail.ru

Abstract. The formation of the engineer’s personality in the student environment is considered. Confidence in the choice of a future specialty is reinforced by join work activities in a production team. The educational ecosystem at universities is being adjusted to work with Generation Z students. The desire of future engineers to master a related specialty remotely is being realized. University teachers, using visualization methods, present educational material in a form convenient for clip perception.

Key words: digital natives, clip perception, visualization methods, infographics.

Внедрение цифровизации различных сфер общественного развития потребовало создание цифровой образовательной экосистемы с представлением информации и различных данных не в бумажной, а в электронной форме. Это происходит и в университетской среде, в которой формируется личность современного инженера. Отечественная психология определяет личность или человека как личность с двух сторон: «1) субъект социальных отношений и

сознательной деятельности, … 2) системное качество индивида, формирующееся в совместной деятельности и общении» [1. С. 401].

Студенчество как возрастная категория (18-25 лет), определяется в психологии периодом поздней юности или ранней взрослостью. На младших курсах происходит социализация и адаптация студентов к обучению в вузе, к новому коллективу, освоение фундаментальных знаний и раскрытие своих возможностей. На третьем курсе у студентов возникает некоторое сомнение в выборе будущей специальности и появляется потребность к собственным достижениям. Обрести уверенность в своем выборе может помочь сочетание процесса обучения в совместной деятельности в производственном коллективе.

Ученые утверждают, что «будущий специалист уже в годы обучения должен получить не только операционный опыт выполнения специальных функций по профессии, но и социально-практический опыт» [2. С. 5]. В России ещё в июле 2007 года Президент подписал Федеральный закон № 209-ФЗ. В статье 21 (в редакции от 02.07.2013 № 185-ФЗ) говорится о том, что одним из видов осуществления поддержки субъектам малого и среднего предпринимательства в сфере образования со стороны государственной власти и органов местного самоуправления может быть создание «условий для подготовки кадров для субъектов малого и среднего предпринимательства или их дополнительного профессионального образования» [3]. По нашему мнению, образовательная экосистема университетов стимулирует студентов, обучающимся по энергетическим специальностям, в реализации их желания освоить деятельность, например, электромонтажника или электромонтера дистанционно в рамках дополнительного профессионального образования или на onlain-курсах на платформе Skillbox.

Будущему инженеру-энергетику, объясняющему фронт работы электромонтажнику, очень помогло бы умения самому устанавливать электрооборудование и осветительные приборы, а также проверять их работоспособность и правильность подключения к электросети; осуществлять монтаж электрических розеток и выключателей, тем самым на практике закрепить теоретические знания и правила электробезопасности. Имея реальные практические знания и навыки, начинающий инженер-энергетик имел бы больше шансов найти интересную работу, связанную с энергетической специальностью.

Современные студенты технических специальностей университета, согласно теории поколений, являются зумерами (анг. zoomer) или представителями поколения Z. Цифровые аборигены (анг. Digital native) - так называют людей, родившихся в период 1997-2012 гг. Студентов поколения Z отличает то, что они выросли в эпоху цифровой трансформации (анг. DT или digital transformation), когда компьютеры, планшеты, смартфоны и различные

цифровые устройства в информационную эпоху стали доступными для коммуникаций и развлечений во многих семьях и даже детям с раннего возраста.

Студенты инженерных специальностей, в основном, не испытывают затруднений при работе с цифровыми технологиями. Они быстро адаптируются на новых, например, облачных платформах. Используя смартфоны и другие мобильные устройства, молодые люди могут свободно работать с различными интерфейсами, быстро обмениваться информацией или находить её.

Образовательная экосистема в университетской среде постепенно настраивается на работу со студентами поколения Z, для которых привычно получать знания в форме видеоуроков или в социальных сетях. В связи с появлением безлимитного широкополосного доступа с сети Интернет, большую популярность у студентов приобрели видеохостинги (от лат. vidio и анг. hosting) – специальные веб-сервисы, которые позволяют просматривать учебную, научную и познавательную видео информацию. Российским университетам желательно создавать собственные интернет-видео-платформы с научно-учебной информацией и с описанием перспектив предлагаемых специальностей, а не отсылать к учебникам и книгам.

Согласно исследованиям ученых из Ульяновска, у студентов поколения Z преобладает клиптовое (от англ. clip – видео фрагмент, небольшое музыкальное видео) мышление или клиптовое восприятие. Феномен этого восприятия информации связывают с деятельностью молодёжи в Интернете, «умением обращаться с гипертекстами и вести параллельные сессии, быстрым просмотром предлагаемых браузером материалов» [4. С. 129]. Клиптовое мышление отличается фрагментарностью и несвязностью в отличие от системного или целостного мышления. Здесь свойство системности выступает характеристикой «связанности элементов, порождающая качество данного явления как целого» [4. С. 131-132], которое развивает логическое мышление.

Преподавателям университетов желательно применять методы визуализации (анг. visualis – зрительный), при которых числовые данные, физический или химический процессы имеют зрительное представление. Использование инфографики (изображений и картинок, графиков и диаграмм, схем и таблиц) в качестве систематизации изучаемой темы занятий, позволяет наглядно раскрыть учебный материал в графическом формате. Инфографику можно использовать для поднятия культуры речи будущих инженеров, для искоренения в их речи сквернословия, а также для пропаганды здорового образа жизни и отказа от курения электронных сигарет (вейпов).

Источники

1. Психология человека от рождения до смерти. Полный курс психологии развития. СПб.: «прайм ЕВРОЗНАК», 2003. 416 с. (Серия «Психологическая энциклопедия»). ISBN 5-93878-012-8.

2. Артамонова Е.И. Интеграционные процессы в высшем педагогическом образовании // Профессионализм педагога: сущность, содержание, перспективы развития. МАНПО, 2016. В 2 ч. Ч.1. 520 с. (С. 3-8).

3. Федеральный закон № 209-ФЗ. Статья 21 (в редакции Федерального закона от 02.07.2013 № 185-ФЗ) / Конур. Норматив [Электронный ресурс]. URL: http://normativ.kontur.ru>document (дата обращения 26.03.2025).

4. Поляков С.Д. «Клиптовое мышление» у старшеклассников и студентов: опыт исследования / С.Д. Поляков, Л.А. Белозерова, В.В. Вершинина, С.В. Данилов, Н.С. Кривцова //Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2019. № 4. С. 126-143. DOI: 10.11621/vsp. 2019.04.12.

УДК 007.3

ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ

Кузнецова Наталья Николаевна, Сафонова Надежда Леонидовна
Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия
slavna.1@ya.ru

Аннотация. В статье анализируются методики интеллектуальных систем обучения и поддержки решения задач математики, наиболее прогрессивные из них, их особенности и приоритеты.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, анализатор решений, информационные инновации, база данных.

INNOVATIVE PERSPECTIVES IN THE INFORMATION SYSTEM OF EDUCATION

Kuznetsova Natalia Nikolaevna, Safonova Nadezhda Leonidovna
Military Training and Research Center of the Air Force «Military Air Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia
slavna.1@ya.ru

Annotation. The article analyzes the methods of intelligent learning systems and support for solving mathematical problems, the most progressive of them, their features and priorities.

Keywords: intelligent systems, decision analyzer, information innovations, database.

В настоящее время с целью углубления учебного, воспитательного процессов в образовании внедряют все более разнообразные алгоритмы работы в этом направлении. В достаточном количестве уже работающих и широко используемых специализированных образовательных компьютерных систем, так называемых информационные инновации в обучении, или технологии (ИТО). Наиболее перспективным из этих направлений отмечаются ИСО – интеллектуальные системы обучения. Наиболее прогрессивные в системе обучения, так как в них встроена возможность как проверить и оценить верный ход решения проверяемой задачи, но и также определить этапы хода решения. Таким образом, учитель экономит свое время и силы на проверку и отыскание ошибок и их места во всем алгоритме решения.

Работа таких систем выгодно отличается в организации работы пользователя в интерактивной работе, так сказать, онлайн-режиме. Методически поддержка решения задач математики, к примеру, в этом смысле очень удобна и работа ведется за счет онлайн-режима сразу, без перерывов на проверки. Также

в информационной системе заложена возможность с обучаемым, работающим как пользователь, к концу работы в итоге создать совместно новый, наиболее емкий, эффективный алгоритм решения задачи. Сегодняшние требования к данной системе являются достаточно высокими, соответственно необходимо использование в них разного типа технического и программного обеспечения, для обеспечения осуществления возможностей с претензиями пользователя; также такая система должна иметь широчайший спектр решений математических задач [1].

Основные возможности системы в процессе решения задач:

- подробный анализ, разбор алгоритма решения на отдельные этапы, четкое распределение каждого этапа решения задачи, осуществляемого учеником;
- интерактивная, или онлайн-поддержка в решении задач;
- подробный разбор каждого шага используемого алгоритма типового примера.

Основные составляющие части, входящие в систему поддержки представляют собой базу данных, базу моделей (алгоритмизация) решения задач, интеллектуальный анализатор решений, к нему же относится и программная подсистема, в которую входят система управления базой данных (СУБД), систему управления базой моделей решения задач (СУБМ), также систему управления взаимодействия между пользователями; к примеру, преподавателем или обучаемым, с одной стороны, и компьютером с другой [2].

База данных – это совокупность различной информации, которая распределена на внутреннюю и внешнюю. Система должна иметь легкий доступ к разного рода информации из внешней базы данных (к примеру, из учебных или научных библиотек).

Возможности СУБД, необходимые для работы:

- выполнение объединения по параметрам, фильтрации данных;
- быстродействие в работе с источниками информации (их включение или исключение), что важно для качественного своевременного обучения;
- составление графа данных для выполнения алгоритма и т.д.

Незаменимое, важнейшее значение в работе всей системы имеет интеллектуальный анализатор решений. В базе всех собранных моделей определены различные алгоритмы решения математических задач. Происходит анализ поставленной задачи, данные условия, и решения автоматически формируются в моделях, могут заноситься в базу моделей самим пользователем при необходимости, к примеру, преподавателем.

Вся работа интеллектуального анализатора решений направлена на оценивание приобретенных знаний учащегося, также определение их глубины в соответствии с выводами по его решениям. Этот процесс проходит системно, по окончании каждого этапа решения формируется анализ правильности действий. Система анализирует различные шаги решения и делает подробный вывод о том,

что конкретно было решено неверно или в какой части был получен неполный ответ, и, по итогу анализа, определяет недостающие знания. Самые современные анализаторы осуществляют с учащимся прямой контакт, что предоставляет возможность быстро и качественно исправлять допущенные ошибки, по подсказкам находя их самостоятельно или пользуясь помощью системы. К примеру, выдача алгоритма для отработки следующего шага решения. По окончании работы пользователя анализатор выводит обобщенную оценку учащемуся и подробное обоснование этой оценки [2].

В работе удобно пользоваться специальными формальными фразами, которые помогут разработать типовые ситуации, например: «что будет, если?», «как сделать, чтобы» и т.п. Это фразы стандартны, типичны для использующихся в базе моделей системы поддержки принятия решений (СППР).

Анализатор для управления базой моделей решения задач математики должен представлять гибкость в работе, иметь возможности легкого формирования, модифицирования модели; поддерживания и изменения характеристик изучаемых моделей; также максимально иметь возможности и пути для управления этими моделями.

Для полноценного контакта пользователя с системой используются различные возможности, такие как графы, грамматика, предикаты. Интерфейс в таком случае модернизируется. Так как в этой системе будет два пользователя как минимум (преподаватель или обучаемый), то возникает необходимость использования специальных возможностей для того и другого, а возможно, и третьего, отдельно [3].

Оценка учащемуся, как положительная, так и отрицательная, после проведенной работы системы объективно суммируется и подсчитывается по всем решённым этапам алгоритма обучающимся. На самых различных направлениях и этапах обучения данная методика поддержки в решении задач является наиболее эффективной в получении навыков отработки теоретических знаний.

Источники

1. Смирнова Н. В. К автоматизированной проверке решений одного класса задач в следящих интеллектуальных обучающих системах // Управление большими системами. 2014. № 48. С. 172 – 197.

2. Ганичева А. В. Системный подход к процессу получения и формирования знаний // В мире научных открытий. Серия «Математика. Механика. Информатика». 2011. № 112. С. 83 – 102.

3. Ганичева А. В. Сетевое планирование и управление формированием компетенций и компетентности // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Педагогика и психология». 2014. Вып. 3. С. 81 – 90.

УДК 37.03:004

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ НА РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТИ: РИСКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Майорова Анастасия Андреевна, Уразбахтина Лилия Равилевна
КГЭУ, г. Казань, Россия
cukseevaanastasia@gmail.com

Аннотация. В статье исследуется влияние цифровой среды на развитие личности в современных условиях, акцентируя внимание на возможных рисках и перспективах. Анализируются изменения в восприятии информации, коммуникациях и самопознании, происходящие под воздействием современных цифровых технологий. Обозначены проблемы информационной перегрузки, кибербуллинга, зависимости от гаджетов и нарушения приватности, а также положительные аспекты, такие как расширение образовательных возможностей, повышение социальной активности и профессиональное развитие.

Ключевые слова: цифровая среда, личность, информационные технологии, риски, цифровые компетенции, кибербуллинг, образовательный потенциал.

THE IMPACT OF THE DIGITAL ENVIRONMENT ON PERSONAL DEVELOPMENT: RISKS AND PROSPECTS

Mayorova Anastasia Andreevna, Urazbakhtina Liliya Ravilevna
KSPEU, Kazan, Russia
cukseevaanastasia@gmail.com

Abstract. The article examines the impact of the digital environment on personal development in modern conditions, focusing on possible risks and prospects. It analyzes changes in the perception of information, communications and self-knowledge that occur under the influence of modern digital technologies. The problems of information overload, cyberbullying, gadget addiction and privacy violation are identified, as well as positive aspects such as expanding educational opportunities, increasing social activity and professional development.

Keywords: digital environment, personality, information technology, risks, digital competencies, cyberbullying, educational potential.

Цифровая эпоха радикально преобразовала способы взаимодействия людей друг с другом и с окружающим миром. Современные технологии влияют на все аспекты человеческой жизни, начиная от способов получения информации до формирования идентичности. Воздействие цифровой среды на личность приобретает всё большее значение, вызывая интерес исследователей в области

психологии, социологии и образования.

По данным Международного союза электросвязи, около 67% мирового населения являются активными пользователями интернета, при этом среднее время пребывания онлайн составляет от 6 до 9 часов в сутки [1]. Такая интенсивность цифрового взаимодействия неизбежно влияет на процессы становления личности, что требует тщательного научного осмысления.

Современное общество сталкивается с проблемой зависимости от смартфонов, планшетов и компьютеров. Чрезмерное увлечение гаджетами может приводить к социальной изоляции, проблемам с концентрацией внимания и ухудшению психоэмоционального состояния. Зависимость от цифрового пространства проявляется как физическими, так и эмоциональными симптомами [2]:

- тревожностью;
- навязчивым желанием быть онлайн;
- синдромом отмены при отсутствии доступа;
- постепенной социальной дезадаптацией;
- болями в спине, ухудшением зрения, набором веса и пр.

Постоянное использование цифровых технологий меняет характер познавательной деятельности. Сфера внимания претерпевает наиболее заметные трансформации. Современные исследования фиксируют сокращение средней продолжительности концентрации внимания с 12 секунд в 2000 году до 8 секунд в настоящее время [3]. Этот феномен напрямую связан с "прерывистым вниманием" - состоянием, когда пользователь в среднем 150 раз в день отвлекается на проверку уведомлений, что приводит к повышению уровня кортизола и снижению общей продуктивности. Клиповое мышление становится новой когнитивной нормой, затрудняя глубокую аналитическую работу с информацией [4].

Согласно отчёту ЮНИСЕФ (Детский фонд ООН) более трети подростков столкнулись с травлей в интернете [5]. Кибербуллинг может привести к серьёзным психологическим травмам и даже суицидальным мыслям. Особую опасность представляет его "эффект вечности" – цифровые следы травли сохраняются значительно дольше, чем в оффлайн-среде.

Компании, предоставляющие цифровые услуги, собирают огромное количество персональных данных, что ставит под вопрос право на частную жизнь. Утечки данных и кибератаки становятся все более распространенными, создавая серьезные угрозы для личной и финансовой безопасности. Люди хотят иметь больше возможностей для удаления нежелательной информации о себе из интернета, а также для контроля над сбором и использованием своих данных.

Ещё одним риском, связанным с цифровой средой, является проблема информационного перенасыщения. Огромный объем доступной информации

может затруднять выбор и обработку действительно важных данных, приводя к состоянию когнитивной усталости и снижения способности к сосредоточенному мышлению.

Тем не менее, цифровое пространство открывает новые горизонты для образования и самообразования. Традиционные подходы к обучению уступают место новым методикам, основанным на интерактивности, персонализации и доступности знаний. Онлайн-курсы, электронные библиотеки и интерактивные учебные материалы позволяют людям получать знания независимо от места проживания и времени суток.

Помимо вебинаров и онлайн-школ, популярность набирают нейротехнологии в образовании. Они позволяют создавать персонализированные образовательные программы, адаптированные под уникальные когнитивные особенности каждого ученика [6]. Например, системы машинного обучения могут анализировать поведение учащегося и автоматически корректировать учебный план, предлагая дополнительные материалы для устранения пробелов в знаниях. Это создаёт уникальные возможности для расширения образовательного опыта, однако требует кардинальной перестройки системы подготовки кадров.

Виртуальная среда разрушила традиционные границы и позволила людям взаимодействовать на глобальном уровне, что значительно упрощает социальную адаптацию. Географические ограничения больше не препятствуют общению и сотрудничеству. Социальные сети и другие онлайн-платформы предоставляют возможность для активного участия в общественной жизни, способствуют обсуждению актуальных вопросов, помогают в организации совместных действий. Они играют важную роль в формировании гражданской позиции и вовлечённости в общественные процессы. Современные технологии облегчают доступ к услугам и поддержке для людей с инвалидностью. Например, онлайн-терапия и поддержка в соцсетях значительно улучшают качество их жизни.

Цифровая трансформация порождает спрос на новые профессии и компетенции. Многие традиционные специальности теряют актуальность, тогда как востребованными становятся специалисты в области IT, аналитики данных, кибербезопасности и искусственного интеллекта. Это требует от образовательных учреждений оперативного реагирования на изменения рынка труда и внедрения соответствующих учебных программ. Одновременно возрастает значение мягких навыков (soft skills), таких как: креативность, критическое мышление и умение работать в команде. Эти навыки остаются востребованными, так как их сложно автоматизировать.

Цифровизация предоставила человеку беспрецедентные возможности для самовыражения, позволяя реализовывать творческие идеи и проекты. Благодаря

доступным цифровым инструментам и платформам даже новички могут создавать профессиональный контент без специального образования. Кроме того, глобальная сеть объединяет творческих людей по всему миру, стимулируя культурный обмен и появление принципиально новых форм искусства.

Таким образом, цифровая среда оказывает комплексное влияние на личность, сочетая огромные возможности с серьезными вызовами. Ключевая задача современного общества — сформировать культуру осознанного использования технологий, чтобы минимизировать риски и максимизировать перспективы развития. Только сбалансированный подход позволит использовать цифровую среду как инструмент для гармоничного развития личности в XXI веке.

Источники

1. В Африке произошло сокращение доли пользователей интернета [Электронный ресурс]. URL: https://tass.ru/obschestvo/20096437 (дата обращения: 25.03.2025).

2. Гриценко, Э. Ю. Информационно-цифровая зависимость у детей и подростков: психофизиологические аспекты / Э. Ю. Гриценко, Ю. Ю. Борщев, В. А. Шептицкий // Вестник Приднестровского университета. Серия: Медико-биологические и химические науки. 2024. № 2(77). С. 9-22.

3. Our attention span is now less than that of a goldfish, Microsoft study finds // INDEPENDENT. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.21ff6506-67e3cde8-134abfc7-74722d776562/https/www.independent.co.uk/news/science/our-attention-span-is-now-less-than-that-of-a-goldfish-microsoft-study-finds-10247553.html (дата обращения: 25.03.2025).

4. Аксенов, Л. Б. Клиповое мышление: гениальность или деменция / Л. Б. Аксенов // Современное машиностроение. Наука и образование. 2014. № 4. С. 3-9.

5. The State of the World’s Children 2017: Children in a Digital World [Официальный отчет ЮНИСЕФ] URL: https://www.unicef.org/media/48601/file/SOWC_2017_ENG.pdf.

6. Федотова, В. С. Цифровая образовательная среда как результат цифровой трансформации образования / В. С. Федотова // Информация и образование: границы коммуникаций. 2020. № 12(20). С. 22-26.

УДК 37.01:378:004.8

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОНИМАНИЯ ТЕКСТА СТУДЕНТАМИ И ЧАТ-БОТОВ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

Майорова Екатерина Сергеевна, Романова Людмила Михайловна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
catmichaelis@yandex.ru

Аннотация. В эпоху цифровой трансформации образования актуальным является вопрос сравнительной эффективности традиционных и инновационных методов обучения и контроля учебных достижений. Данное исследование посвящено сравнительному анализу понимания текста лекции студентами и чат-ботами с генеративным искусственным интеллектом (ИИ). На примере материала лекции проведены сравнительный анализ результатов оценивания студентами и ИИ по критериям понятности, логичности, точности, полноты, практической ценности и актуальности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, чат-бот, образование, понимание текста, лекция, нейронные сети, восприятие информации, оценка обучения.

COMPARATIVE ANALYSIS OF STUDENTS' UNDERSTANDING OF TEXT AND CHATBOTS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Mayorova Ekaterina Sergeevna, Romanova Lyudmila Mikhailovna
KSPEU, Kazan, Russia
catmichaelis@yandex.ru

Abstract. In the era of digital transformation of education, the issue of the comparative effectiveness of traditional and innovative teaching methods is relevant. This study is devoted to a comparative analysis of the understanding of the lecture text by students and chatbots with generative artificial intelligence (AI). Using the example of the lecture material on the discipline "Higher School Pedagogy", a comparison was made between the assessments given by students and AI according to the criteria of clarity, logic, accuracy, completeness, practical value and relevance.

Keywords: artificial intelligence, chatbot, education, text comprehension, lecture, neural networks, information perception, learning assessment.

В эпоху цифровой трансформации образования, когда искусственный интеллект (ИИ) проникает во все сферы нашей жизни, остро встает вопрос о сравнительной эффективности традиционных и инновационных методов обучения [1, 2]. Лекция, как фундаментальная форма передачи знаний, остается краеугольным камнем образовательного процесса, однако ее эффективность во

многом зависит от способности слушателей воспринимать, понимать и усваивать представленную информацию.

В то же время стремительное развитие нейронных сетей открывает новые возможности для автоматизированного анализа и обработки текстовой информации [7]. Современные нейросетевые модели демонстрируют впечатляющие результаты в задачах понимания естественного языка, таких как машинный перевод, суммаризация и ответы на вопросы [3]. Возникает закономерный вопрос: насколько хорошо такие технологии способны понимать смысл лекционного материала по сравнению с людьми, а именно – студентами, для которых предназначена лекция?

Цель настоящего исследования – провести сравнительный анализ понимания текста лекции студентами и современными инструментами – чат-ботами с генеративным искусственным интеллектом. Для этого были использованы материалы одной из лекций дисциплины «Педагогика высшей школы» [4]. В качестве респондентов участвовали магистранты 2 года обучения. Студентам было предложено проанализировать фрагмент лекции и оценить его по следующим критериям:

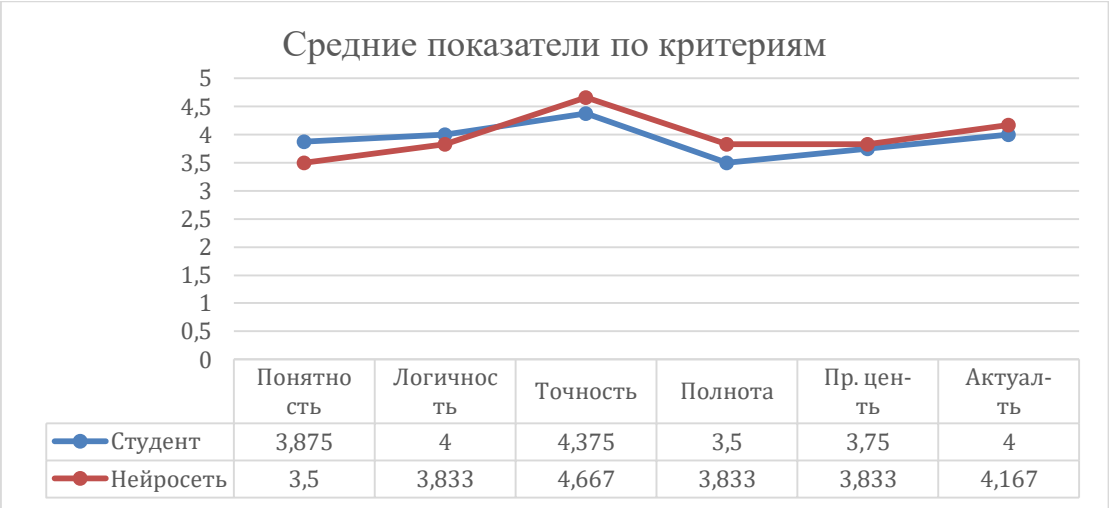
– понятность и ясность изложения;
– логичность и структурированность;
– точность и корректность;
– полнота представления информации;
– практическая ценность;
– актуальность и интерес.

Параллельно с этим чат-ботам (GPT-4o, Perplexity, GigaChat, YaGPT, Monica, DeepSeek V3) предоставлены аналогичные входные данные, и они опрошены на понимание того же лекционного материала.

Результаты сравнительного анализа оценок от 1 до 5 (где 1 – очень плохо, а 5 – отлично), данных студентами и чат-ботами лекционному материалу, по критериям представлены на графике и численно в таблице как средние значения (рис. 1).

Как студенты, так и ИИ продемонстрировали достаточно высокий уровень понимания и оценки представленного материала. Средние оценки по всем критериям находятся в диапазоне от 3.5 до 4.67 баллов, что свидетельствует о положительной оценке содержания лекции как с точки зрения человеческого восприятия, так и с точки зрения возможностей искусственных нейронных сетей.

Студенты в среднем оценили понятность лекционного материала на 3.875 баллов, что несколько выше, чем оценка нейронных сетей (3.5 балла). Данное различие может указывать на то, что студенты лучше воспринимают стилистические особенности изложения, учитывая контекст и межличностное взаимодействие, которое отсутствует при анализе ИИ.



	Понятность	Логичность	Точность	Полнота	Пр. ценность	Актуальность
Студент	3,875	4	4,375	3,5	3,75	4
Нейросеть	3,5	3,833	4,667	3,833	3,833	4,167

Рис. 1. График средних значений оценок студентов и чат-ботов

Аналогичная тенденция наблюдается и в оценке логичности: в случае студентов данный показатель находится на уровне в 4 балла, в то время как чат-боты оценили логичность на 3.833 балла. Вероятно, студенты, обладая бóльшим опытом обучения и усвоения знаний, более эффективно определяют логические связи и структуру материала.

Наиболее существенное различие наблюдается в оценке точности материала. ИИ оценил точность на 4.667 баллов, превосходя оценку студентов (4.375 балла). Это может быть обусловлено способностью нейросетей к более детальному анализу фактической информации, выявлению соответствий и проверке достоверности данных.

Оценки полноты материала находятся на посредственном уровне, что объясняется текстовой выжимкой лекционного материала. Так, результат указывает на схожее восприятие объема представленной информации обеими группами.

Оценки практической ценности также демонстрируют незначительную разницу: студенты – 3.75 балла, ИИ – 3.833 балла. Это позволяет предположить, что и студенты, и нейронные сети в равной степени осознают применимость представленного материала на практике.

ИИ оценил актуальность материала на 4.167 балла, что несколько выше, чем оценка студентов (4 балла). Вероятно, ИИ обладает более широким доступом к информации и способен корректнее оценить соответствие представленных данных современным тенденциям [5]. Кроме того, необходимо учитывать, что оценка актуальности зависит от степени личной заинтересованности человека.

Полученные результаты демонстрируют, что современные нейросетевые модели способны эффективно понимать и оценивать лекционный материал. При этом генеративный искусственный интеллект превосходит студентов в оценке точности и актуальности, что связано с его способностью к более детальному

анализу и доступу к большим объемам информации. Однако студенты более высоко оценивают понятность и логичность материала, что отражает их способность не только к более глубокому пониманию контекста и стилистических особенностей изложения, но и к целостному восприятию информации, позволяющему выделять ключевые факты и строить взаимосвязанную картину.

В то время как ИИ продемонстрировал компетентность в оценке объективных параметров, таких как точность и актуальность, студенческие отзывы выявили существенные недостатки в представлении лекционного материала. Респонденты отмечали дефицит конкретных примеров, затрудняющих понимание абстрактных концепций и не позволяющих установить связь теории с практикой. Описание некоторых элементов (образовательных технологий), по мнению студентов, страдало от непоследовательности и излишней сжатости, лишая понимание текста необходимой плавности и глубины. Существенным упущением было также отсутствие акцента на преимуществах рассматриваемых методов, что может повлечь снижение мотивации к изучению материала. Дополнительно студенты указывали на беглость и неструктурированность изложения, что затрудняло восприятие информации и формирование целостной картины. Чувство «знакомства» с обсуждаемыми темами у некоторых респондентов поднимает вопрос об актуальности материала для данной аудитории. Наконец, отсутствие описаний на доступном, «бытовом» языке и контекста использования снижало практическую значимость полученной информации, а выявленная нелогичность изложения усугубила проблемы с пониманием материала.

Эти замечания акцентируют внимание на критически важной роли человеческого фактора в оценке качества образовательных материалов. Студенты, как непосредственные потребители информации, оценивают не только ее содержание, но и способ подачи, доступность, наглядность и практическую применимость, подчеркивая необходимость учитывать субъективный опыт и образовательные потребности аудитории при разработке и совершенствовании учебных материалов.

Данный анализ позволяет заключить, что ИИ может быть полезным инструментом для оценки качества лекционных материалов, выявления потенциальных проблем и улучшения их содержания. В то же время человеческое восприятие остается важным элементом образовательного процесса, поскольку студенты лучше воспринимают нюансы и сложности изложения. Сочетание преимуществ искусственного интеллекта и человеческого восприятия может значительно повысить эффективность обучения и улучшить качество образовательных материалов [8].

Полученные результаты позволяют наметить перспективные направления для дальнейших исследований, в частности, для разработки гибридных систем обучения [6], сочетающих сильные стороны человека и искусственных нейронных сетей, или исследования влияния различных форматов представления информации на понимание текста.

Источники

1. Дятлов, С.А. Искусственный интеллект и ловушки цифровой трансформации // Известия СПбГЭУ. 2022. №6 (138). С. 30-33.
2. Кондаков, А.М. Искусственный интеллект как фактор трансформации образования / А.М. Кондаков, И.С. Сергеев, В.И. Абрамов // Педагогика: научно-теоретический журнал Российской академии образования / ред. Р.С. Бозиев. 2024. Т. 88, № 2. С. 5-24.
3. Тюрина, Д. А. Применение нейронных сетей в обработке естественного языка / Д. А. Тюрина, С. В. Пальмов // Журнал прикладных исследований. 2023. № 7. С. 158-162.
4. Педагогика высшей школы. [Электронный ресурс]. URL: https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=288.
5. Мокшанов М.В. Применение искусственного интеллекта в анализе данных: обзор текущего состояния и будущих направлений // Universum: технические науки. 2024. №5 (122). С. 40-48.
6. Душкин, Р.В. Почему за гибридными ИИ-системами будущее // Экономические стратегии. 2018. №6. С. 84-93.
7. Насурова З.А., Халидов А.А., Лугуева А.С. Искусственный интеллект: современные применения и перспективы развития // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 9, № 2(155). С. 110-115.
8. Чубаров Н.А., Зарипова Р.С. Основные тенденции применения нейронных сетей в образовательных целях // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 245-248.

УДК 378.147

РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ В ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Макарова Ирина Викторовна, Фатихова Лариса Энгельсовна
ФГАОУ ВО «КФУ», г. Набережные Челны, Россия
kamIVM@mail.ru

Аннотация. В статье представлено исследование роли цифровых платформ в персонализации обучения студентов инженерных специальностей в российском образовательном контексте. Рассмотрены ключевые проблемы разно уровневой подготовки, преимущества адаптивных технологий, а также опыт ведущих технических вузов. Особое внимание уделено вызовам внедрения, включая цифровое неравенство, ограниченную материально-техническую базу и консервативность подходов. Статья основана на актуальных исследованиях и предлагает практические рекомендации для образовательных учреждений.

Ключевые слова: персонализация обучения, цифровые платформы, адаптивные технологии, инженерное образование.

THE ROLE OF DIGITAL PLATFORMS IN PERSONALIZING STUDENT LEARNING IN ENGINEERING EDUCATION

Makarova Irina V., Fatikhova Larisa E.
KFU, Naberezhnye Chelny, Russia
kamIVM@mail.ru

Abstract. The article presents a study of the role of digital platforms in personalizing learning for engineering students in the Russian educational context. The key problems of different levels of training, the advantages of adaptive technologies, as well as the experience of leading technical universities are considered. Particular attention is paid to implementation challenges, including the digital divide, limited material and technical base and conservative approaches. The article is based on current research and offers practical recommendations for educational institutions.

Keyword: personalization of training, digital platforms, adaptive technologies, engineering education.

Современное инженерное образование сталкивается с вызовами, связанными с разнообразием уровней подготовки студентов, их индивидуальных потребностей и темпов обучения. Традиционные методы обучения зачастую не способны эффективно учитывать эти различия, что приводит к снижению мотивации и академической успеваемости. В этой связи цифровые платформы

становятся ключевым инструментом для персонализации обучения, позволяя адаптировать образовательный процесс под индивидуальные особенности каждого студента. Целью данной статьи является рассмотреть, как цифровые платформы способствуют персонализации обучения в инженерном образовании, и выделить их преимущества и ограничения.

Персонализация обучения предполагает адаптацию образовательного процесса под индивидуальные потребности, интересы и уровень подготовки студентов. В инженерном образовании это особенно важно, так как студенты часто приходят с разным уровнем знаний в области математики, физики и программирования. Это связано с различиями в школьной программе, доступом к дополнительным образовательным ресурсам и мотивацией к обучению. Традиционные методы обучения не всегда способны эффективно учитывать эти различия, что приводит к снижению успеваемости и мотивации [1]. Исследования показывают, что персонализированное обучение повышает вовлеченность студентов и улучшает их академические результаты [2]. В этой связи цифровые платформы, использующие технологии искусственного интеллекта (ИИ) и анализа данных, позволяют автоматизировать этот процесс, предлагая каждому студенту индивидуальную траекторию обучения.

В России активно развиваются цифровые образовательные платформы, которые помогают вузам внедрять персонализированный подход. Например, платформа «Открытое образование» (openedu.ru) предлагает онлайн-курсы по инженерным дисциплинам, которые адаптируются под уровень подготовки студента. Другой пример — платформа «Лекториум», которая предоставляет доступ к видеолекциям и интерактивным заданиям для студентов технических специальностей [3].

Кроме того, многие российские вузы разрабатывают собственные цифровые решения. Например, в Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана используется система адаптивного обучения, которая анализирует успеваемость студентов и предлагает дополнительные материалы для устранения пробелов в знаниях [4].

Известнные цифровые платформы, такие как Coursera, edX, Khan Academy и MATLAB Grader, активно используют адаптивные технологии для персонализации обучения. Например, платформы на основе ИИ анализируют прогресс студента и предлагают дополнительные материалы или задания для устранения пробелов в знаниях [5]. Это особенно полезно в инженерном образовании, где важно своевременно освоить базовые концепции перед переходом к более сложным темам.

Цифровые платформы имеют определенные преимущества, так как предоставляют студентам гибкость в обучении, позволяя изучать материал в удобное время и в удобном темпе. Для студентов с низким уровнем подготовки

платформы предлагают дополнительные ресурсы, такие как видео уроки, интерактивные тесты и симуляторы [6]. Для продвинутых студентов доступны углубленные курсы и проекты, что способствует их профессиональному росту. Кроме того, цифровые платформы обеспечивают мгновенную обратную связь, что помогает студентам корректировать свои действия и улучшать результаты.

Персонализация обучения с использованием цифровых платформ также позволяет:

1) учитывать индивидуальные особенности студентов**:** платформы анализируют уровень подготовки и предлагают соответствующие материалы.

2) повышать мотивацию**:** студенты могут изучать материал в удобном темпе и получать мгновенную обратную связь.

3) снижать нагрузку на преподавателей**:** автоматизация рутинных процессов, таких как проверка заданий, позволяет преподавателям уделять больше времени индивидуальной работе со студентами [7].

Рассмотрим примеры использования цифровых платформ в инженерном образовании. Одним из успешных примеров является использование платформы «Яндекс.Учебник» в технических вузах. Платформа предлагает адаптивные задания по математике и программированию, которые помогают студентам с разным уровнем подготовки осваивать сложные темы [8].

Другой пример — внедрение системы Moodle в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого**,** которая позволяет создавать индивидуальные образовательные траектории для студентов инженерных специальностей [9].

В НЧИ КФУ также используется система LMS Moodle для создания адаптивных курсов, тестирования и реализации индивидуальных образовательных траекторий. Для студентов доступна платформа «Открытое образование» с онлайн-курсами по техническим дисциплинам. В рамках проекта «Цифровой университет» у студентов есть доступ к виртуальным лабораториям технических кафедр. Участие студентов в цифровых проектах с промышленными партнерами (ПАО КАМАЗ), используя специализированные платформы для коллаборации, расширяют возможности и повышают уровень персонализации обучения.

В зарубежной практике одним из успешных примеров использования цифровых платформ является внедрение MATLAB Grader в Массачусетском технологическом институте (MIT). Эта платформа позволяет студентам решать задачи по программированию и сразу получать обратную связь, что значительно повышает их мотивацию и эффективность обучения [10].

Другим примером является использование адаптивных курсов на платформе Coursera, которые предлагают персонализированные рекомендации на основе прогресса студента.

Несмотря на множество преимуществ, использование цифровых платформ имеет свои ограничения. Во-первых, не все студенты имеют равный доступ к технологиям и интернету, что может усугубить цифровое неравенство. Во-вторых, существует риск снижения социализации, так как студенты меньше взаимодействуют друг с другом и с преподавателями. Наконец, эффективность цифровых платформ зависит от качества контента и алгоритмов, что требует постоянного обновления и контроля.

Таким образом, цифровые платформы играют важную роль в персонализации обучения студентов инженерных специальностей, предлагая гибкость, адаптивность и мгновенную обратную связь. Они помогают учитывать индивидуальные особенности студентов, что способствует повышению мотивации и академической успеваемости. Однако для максимальной эффективности необходимо решить проблемы цифрового неравенства и обеспечить высокое качество контента. Интеграция новых технологий, таких как виртуальная реальность и блокчейн, может еще больше расширить возможности персонализации в инженерном образовании.

Источники

1. Иванов А.А., Петров В.В. (2020). Проблемы разноуровневой подготовки студентов в технических вузах. Высшее образование в России, 29(5), 45-52.
2. Kulik, J.A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. Review of Educational Research, 86(1), P. 42-78.
3. Смирнов, И. И. (2021). Цифровые платформы в образовании: опыт России. Образовательные технологии, 3(12), 78-85.
4. Кузнецов, Д. Д. (2019). Адаптивное обучение в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Инженерное образование, 7(4), P. 112-120.
5. Popenici, S. A. D., & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 12(1), P. 22.
6. Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2010). Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies. US Department of Education
7. Иванова, Е. Е. (2022). Персонализация обучения в технических вузах: преимущества и вызовы. Педагогика и психология, 14(2), С. 34-42.
8. Яндекс. (2023). Использование платформы «Яндекс.Учебник» в высшем образовании. [Электронный ресурс]. URL: https://education.yandex.ru
9. Петрова, Л. Л. (2021). Опыт внедрения Moodle в СПбПУ. Цифровое образование, 9(3), С. 67-74.
10. Case Study: MIT’s use of MATLAB Grader for engineering education. (2020). MathWorks.

УДК 316.612

ОНЛАЙН-ОБРАЗ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА САМОВОСПРИЯТИЕ И СОЦИАЛЬНУЮ АДАПТАЦИЮ МОЛОДЕЖИ

Макарова Софья Андреевна, Овчинникова Элла Викторовна
ФГБОУ ВО «ЛГТУ», г. Липецк, Россия
sofimakarova2303@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние онлайн-образа на самовосприятие и социальную адаптацию молодежи. Анализируются механизмы влияния: обратная связь, социальное сравнение, соответствие реальному “Я”. Выявляются как позитивные аспекты (самовыражение, социальные связи), так и риски (зависимость от оценок, низкая самооценка, потеря аутентичности).

Ключевые слова: онлайн-образ, цифровая среда, самовосприятие, социальная адаптация.

ONLINE IMAGE AS A FACTOR OF INFLUENCE ON SELF-PERCEPTION AND SOCIAL ADAPTATION OF YOUTH

Makarova Sofya Andreevna, Ovchinnikova Ella Viktorovna
Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia
sofimakarova2303@yandex.ru

Annotation. The article examines the influence of the online image on self-perception and social adaptation of young people. The mechanisms of influence are analyzed: feedback, social comparison, and conformity to the real self. Both positive aspects (self-expression, social connections) and risks (dependence on grades, low self-esteem, loss of authenticity) are identified.

Keywords: online image, digital environment, self-perception, social adaptation.

В современном обществе цифровая среда – неотъемлемая часть повседневной жизни, особенно для молодого поколения. Помимо того, что Интернет, социальные сети и онлайн-платформы представляют возможности для коммуникации, обучения и развлечений, они создают новую реальность, где возникает феномен формирования онлайн-образа, который в свою очередь активно способствует конструированию идентичности и социального взаимодействия.

Несмотря на возрастающую значимость цифровой среды, мало внимания уделяется тому, как онлайн-образ влияет на самовосприятие молодежи, её социальную адаптацию и способность реализовывать свой потенциал в реальном

мире. При этом данные аспекты являются актуальными направлениями исследований, так как понимание механизмов такого влияния позволит разработать эффективные стратегии поддержки и защиты молодежи в цифровой среде.

Основой изучения формирования онлайн-образа могут выступать такие теории, как: теория презентации себя в повседневной жизни Гофмана, теория социального конструкционизма П. Бергера и Т. Лукмана, а также концепции киберпространства Гибсона и цифровой идентичности Бойд и Элл, позволяющие исследовать особенности самопрезентации и взаимодействия в цифровой среде.

Формирование онлайн-образа – это сложный процесс конструирования идентичности в цифровом пространстве, который, в отличие от традиционного представления о себе, обладает такими свойствами, как преднамеренность, редактируемость и идеализируемость [1]. Пользователь сам выбирает, какую информацию о себе он хочет представить и как он хочет, чтобы его воспринимали другие, контролируя при этом выбор аватара, оформляя профиль в социальных сетях или публикуя фотографии и видео, то есть он осознанно формирует онлайн-образ, что и означает преднамеренность. При этом он может удалять старые фотографии, добавлять новые, обновлять информацию о себе и даже создавать несколько разных онлайн-образов для разных аудиторий. Так проявляется редактируемость – пользователь может корректировать свой образ в любое время, что дает ему большую свободу в самовыражении. Также важная характеристика – идеализированность. Пользователи используют фильтры и различную обработку фотографий и видеороликов, а также используют вымышленные истории о себе – стремятся любыми способами представить себя в лучшем свете, демонстрируя достижения, таланты и привлекательную внешность, что может приводить к нереалистичным ожиданиям и сравнению себя с другими, что в свою очередь негативно сказывается на самооценке.

Онлайн-образ состоит из нескольких компонентов [2]:

– аватар (визуальное отражение автора в онлайн-среде, передающее информацию о личности, его интересах и увлечениях, которое может быть представлено фотографией, рисунком или анимационным персонажем);

– профиль в социальных сетях (описание пользователя, своеобразная визитная карточка в онлайн-среде, которая служит для установления связей и формирования первого впечатления: имя, возраст, образование, профессия, хобби и интересы);

– публикуемый контент (материалы, отражающие ценности и взгляды личности, которые пользователь размещает в онлайн-среде: фотографии, видеоролики, тексты и т.д.);

– онлайн-активность (все действия, отражающие степень вовлеченности в онлайн-сообщества, которые пользователь совершает в онлайн-среде: лайки, комментарии, репосты).

Благодаря этим компонентам онлайн-образ конструируется и транслируется в цифровом пространстве.

Онлайн-образ может выполнять много различных функций: например, он позволяет формировать первое впечатление (самопрезентация), поддерживает связи и позволяет обмениваться информацией (социальное взаимодействие), позволяет демонстрировать уникальность (самовыражение), а также создает репутацию [3].

При формировании онлайн-образа действуют психологические и социальные механизмы, которые оказывают влияние на самовоприятие молодежи. Так, обратная связь влияет на самооценку и уверенность в себе. В онлайн-среде важно социальное одобрение в виде лайков и комментариев. Такая зависимость от обратной связи приводит к нестабильности самооценки: позитивная обратная связь её улучшает. А негативная обратная связь или её отсутствие заставляют индивида сомневаться в себе и чувствовать неудовлетворенность и тревогу.

При этом на удовлетворенность жизнью влияет и социальное сравнение с другими пользователями. Часто такое сравнение происходит с идеализированными образами, что может создавать чувство неполноценности. Кроме того в «онлайне» у молодежи распространяется феномен FEMO (Fear Of Missing Out) – страх упустить что-то, происходящее в чужой жизни, из-за чего может возникать чувство зависти или страха от неудовлетворенности своей жизнью в сравнении с жизнью друзей и знакомых, за которыми молодые люди наблюдают в социальных сетях [4].

Помимо этого существующее несоответствие между реальность и онлайн-образом влияет на самоидентичность, приводя к феномену «поддельной» идентичности и вызывая внутренний конфликт.

Важным аспектом онлайн-сферы является онлайн-коммуникация и взаимодействие с другими пользователями. Такая коммуникация влияет на представления о себе и своих возможностях. Участие в дискуссиях и обмен знаниями расширяют кругозор и формируют новые ценности и представления, однако также существуют и риски, связанные с негативным влиянием кибербуллинга.

Всё это является сложной системой механизмов и влияет на самовосприятие индивида.

Онлайн-образ также определяет особенности межличностных отношений (к примеру, в настоящее время распространены онлайн-знакомства, и онлайн-образ является визитной карточкой индивида), процесс обучения и

профессиональной деятельности (работодатели все чаще обращают внимание на профили в социальных сетях соискателей), а также участие в социальной и политической жизни (онлайн-среда позволяет молодежи свободно выражаться и выступать за свои взгляды и ценности, примыкая к тем или иным общественным и политическим движениям). Иными словами, он оказывает влияние на социальную адаптацию.

В заключение следует отметить, что формирование онлайн-образа представляет собой многогранный и сложный процесс, оказывающий существенное влияние на самовосприятие и социальную адаптацию современной молодежи. С одной стороны онлайн-образ позволяет самовыражаться, а с другой – существует риск столкновения с негативным контентом и заниженной самооценкой. Важно доносить эту информацию до молодежи и помогать составлять образ, помогающий им в личностном росте и активной жизни.

Список литературы

1. Turkle, S. (1995). Life on the screen: identity in the age of the Internet. New York: Simon & Schuster. 1995. 347 с.

2. Van Dijck, J. The culture of connectivity: A critical history of social media. / Oxford University Press, 2013.

3. Солдатова, Г. У. Цифровая социализация в культурно-исторической парадигме: изменяющийся ребенок в изменяющемся мире / Г.У. Солдатова // Социальная психология и общество. 2018. Т.9. №3. С. 71-80.

4. Прииск, Е. И. Феномен FOMO (Fear Of Missing Out) как фактор психологического неблагополучия современной молодежи / Е.И. Прииск // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Педагогика и психология 2018. №2. С. 67-74.

УДК 378.14

СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

Максимов Глеб Сергеевич, Петренко Наталья Анатольевна
Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия
goorgh@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена изучению основных тенденций в современном высшем образовании, связанных с внедрением в процесс обучения цифровых технологий. Анализируются вопросы доступности, глобализации и персонализации обучения, новых адаптивных, интерактивных и симуляционных технологий, современных ролей и форм взаимодействия преподаватель-студент, академической этики и др. Отмечается, что именно сочетание современных технологий и человеческого подхода будет способствовать созданию более эффективной и инновационной образовательной среды будущего.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые технологии, инновации, учебный процесс, высшее учебное заведение.

MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Petrenko Natalia Anatolyevna, Maksimov Gleb Sergeevich
V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
goorgh@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the study of the main trends in modern higher education related to the introduction of digital technologies into the learning process. The issues of accessibility, globalization and personalization of learning, new adaptive, interactive and simulation technologies, modern roles and forms of teacher-student interaction, academic ethics, etc. are analyzed. It is noted that it is the combination of modern technologies and a human approach that will contribute to the creation of a more effective and innovative educational environment of the future.

Keywords: digitalization, digital technologies, innovations, educational process, higher education institution.

С развитием современных технологий, таких как интернет, искусственный интеллект, виртуальная реальность и большие данные, традиционные формы обучения трансформируются, открывая новые горизонты как для преподавателей, так и для студентов. Влияние этих технологий ощущается во всех аспектах образовательной системы, от методов преподавания и организации

учебного процесса до самой философии образования. Этот процесс затрагивает не только методы подачи материала, но и подходы к обучению, взаимодействию студентов и преподавателей, а также к способам оценки и контроля знаний.

В современной науке существует целый ряд трудов, посвященных изучению особенностей влияния цифровых технологий на образовательный процесс высших учебных заведений. Так, например, Г.В. Валеева, В.В. Вихман, И.Н. Голышкова, С.Ю. Долгова, И.А. Зайцева, Г.А. Кречетова, Г.П. Кузина, Ж.Ю. Кургаева, О.А. Лодде, Г.А. Майзенберг, Е.В. Мартынова, Н.А. Петренко, Е.В. Петрова, А.В. Прокофьев, А.С. Торосян, В.В. Свиридова, И.В. Шацкая, Т.В. Яськова в своих работах рассматривают проблемы интеграции цифровизации и интерактивных технологий в образовательный процесс, перспективы и возможные пути повышения цифровой компетентности преподавателей и обучающихся, использование виртуальной, дополненной и смешанной реальности в образовании, изучают новые формы и методы подготовки студентов. Однако, заметим, до сих пор недостаточно изучены и проанализированы изменения, произошедшие в академическом процессе обучения и преподавания в высшей школе, вызванные внедрением современных цифровых технологий, новых адаптивных, интерактивных и симуляционных технологий, современных ролей и форм взаимодействия преподаватель-студент, новых форм коммуникации, академической этики и повышения объективности оценивания знаний. Актуальность представленного исследования обусловлена прежде всего тем, что цифровизация образования становится одним из ключевых факторов, определяющих будущее учебного процесса. Цель нашей статьи – изучить особенности использования современных цифровых технологий в процессе обучения в вузе.

Приоритетным направлением в высшем образовании является создание современной цифровой среды. При внедрении цифровизации в образовательный процесс важно учитывать «готовность преподавателя к обучению и умению быстро адаптироваться к новым технологиям» [1, с. 4]. Для успешного выполнения поставленной задачи также необходимо повышение грамотности студентов в сфере онлайн коммуникации и онлайн безопасности. Они должны быть полностью «вовлечены в цифровой контент, уметь работать с цифровыми медиа, чтобы обучаться на достаточно высоком образовательном уровне и справляться с поставленными перед ними задачами в рамках профессионального обучения» [1, с. 3].

Итоги изменения социальных отношений в рамках системы высшего образования в условиях цифровизации и определения ее характерных особенностей, в том числе уровня готовности участников образовательного процесса к реализации определенных государством векторов трансформации высшей школы, подведены в работе Т.Н. Юдиной и Н.Н. Семочкиной

«Постпандемия: итоги и перспективы цифровизации высшего образования». Так, исследователи отмечают, что «процесс цифровизации образования диктует необходимость новых профессий, которые наряду с преподавателями (тьюторами) должны обеспечивать цифровизацию и администрирование учебного процесса» [2, с. 8].

Разнообразные способы использования интерактивных технологий обучения: тренингов, мастер-классов, пресс-конференций, мультимедийных лекций, электронных учебных пособий, использование при необходимости дистанционного формата обучения способствует активному вовлечению студентов в процесс обучения, росту их личностного потенциала, повышению эффективности образовательного процесса и формированию современного цифрового общества.

Важным является доступность и глобализация образования. Укажем, что онлайн-курсы, видеолекции, дистанционные программы обучения стали неотъемлемой частью современной образовательной системы. Цифровизация образования открывает возможность для глобализации учебного процесса, благодаря которой студент может получить знания от лучших преподавателей, находясь в любой точке мира. К примеру, платформы Coursera, edX и Udemy предлагают доступ к курсам от ведущих университетов и профессоров, что ранее было доступно лишь ограниченному кругу студентов. В таких условиях образовательные учреждения должны адаптироваться к новым реалиям и обеспечить высококачественное обучение независимо от местоположения обучающихся.

Однако, несмотря на эти позитивные изменения, остаются и проблемы, связанные с неравномерным доступом к цифровым ресурсам. Так, в удалённых регионах ограниченный доступ к интернету и цифровым устройствам остаётся серьёзной преградой на пути к равенству в образовании. Поэтому важным аспектом является не только создание цифровых платформ, но и решение проблемы инфраструктурных и экономических барьеров.

Цифровизация образования позволяет внедрять в учебный процесс адаптивные и персонализированные методы обучения. «Адаптированная образовательная система может быть создана с разным уровнем индивидуализации и реализована с использованием различных технологий» [3, с. 134], – замечают А.Д. Сидорова и Т.В. Гвоздева. Современные платформы и программы на базе искусственного интеллекта способны анализировать поведение и успехи студентов, что позволяет выстраивать индивидуальные образовательные траектории. Системы адаптивного обучения, основанные на анализе данных о результатах изучения материала, позволяют преподавателям не только выявлять сильные и слабые стороны студентов, но и предлагать персонализированные задачи и материалы, которые соответствуют уровню

знаний каждого обучающегося. Например, алгоритмы могут автоматически подбирать курсы и задания, которые подходят для конкретного уровня подготовки, и предоставлять дополнительные ресурсы для тех, кто испытывает трудности. Это создаёт более эффективную образовательную среду, где каждый студент может двигаться в определённом темпе, улучшая свои навыки и знания.

Отдельно можно выделить интерактивные и симуляционные цифровые технологии. В частности, виртуальная реальность (VR), дополненная реальность (AR) и симуляции, предлагают новые способы обучения, которые значительно отличаются от традиционных. Например, в области медицины и инженерии виртуальные лаборатории и симуляторы позволяют студентам проводить сложные эксперименты или моделировать реальные ситуации без необходимости физического присутствия. Это даёт возможность получать практические навыки и знания без ограничений, связанных с ресурсами или безопасностью. С точки зрения И.А. Зайцевой и А.С. Торосян, «доступность информации, высокие скорости, новые технологические инструменты, безусловно, ведут к качественной и кардинальной перестройке образования» [4, с. 86].

Виртуальная реальность создаёт условия для погружения в учебный процесс, давая возможность не только изучать теоретические аспекты, но и буквально «жить» в учебной среде. Это особенно важно для дисциплин, где необходим опыт взаимодействия с реальными объектами и ситуациями, которые невозможно воспроизвести в классной комнате.

Современные цифровые технологии влияют на повседневный образ жизни личности, на роль преподавателя и студентов в процессе обучения. С развитием научно-технического прогресса роль преподавателя в образовательном процессе значительно меняется. Он уже не является единственным источником знаний, а скорее выступает в роли наставника, который помогает студентам ориентироваться в обширном потоке информации. Цифровые инструменты активно используются для мониторинга успеваемости, организации виртуальных дискуссий и групповых проектов, что значительно расширяет их роль в обучении.

С другой стороны, студенты, привыкшие к доступу к информации в любой момент, становятся более самостоятельными. Они могут учиться в своём темпе, выбирать материалы, которые наиболее подходят для их нужд, и обращаться за помощью к преподавателям через онлайн-платформы. Это делает учебный процесс более гибким, ориентированным на потребности каждого обучающегося.

Современные образовательные технологии способствуют развитию новых форм взаимодействия между учащимися и преподавателями. В отличие от традиционных лекций и семинаров, онлайн-платформы и образовательные

приложения позволяют студентам активно участвовать в процессе обсуждения, а также работать над проектами и заданиями в группах. Виртуальные классы, форумы, чаты и видеоконференции становятся важной частью образовательного процесса, что способствует развитию навыков командной работы и глобальной коллаборации.

Особое внимание стоит уделить возможности обмена опытом между студентами из разных стран и культур. Цифровизация образования открывает новые горизонты для международного сотрудничества, позволяет организовывать обмены студентами, совместные исследования и проекты на глобальном уровне, что способствует развитию межкультурных коммуникаций и расширению образовательных перспектив. Как верно замечают Н.А. Петренко и Е.Б. Жухевич, «интеллектуальный и культурный потенциал высшего учебного заведения зависит от уровня цифровой грамотности обучающихся и преподавателей» [5].

Цифровизация также вносит изменения в академическую этику и способы оценки знаний студентов. Технологии позволяют автоматизировать многие процессы – от создания тестов и экзаменов до их проверки. Использование искусственного интеллекта помогает в автоматической проверке эссе и других письменных работ, что существенно ускоряет процесс оценивания. В то же время появляются новые вызовы, связанные с академической честностью и борьбой с плагиатом, так как цифровые технологии позволяют легко найти и использовать чужие работы.

Однако, цифровизация также даёт возможность для более объективной и точной оценки. Например, анализ больших данных и использование аналитических инструментов помогают преподавателям более глубоко понять, какие аспекты материала были усвоены студентами, а какие требуют доработки. Это позволяет избегать субъективности при выставлении оценок и обеспечивает более справедливую систему оценки знаний.

Важной составляющей виртуальной социализации современной личности является дистанционное обучение, направленное на интерактивное взаимодействие в процессе обучения, «свободный доступ к базам данных, электронно-библиотечной системе (ЭБС), обеспечивающей информационную среду учебного заведения» [6, с. 173]. Заметим, что существует ряд трудностей и проблем, требующих решения с точки зрения организации образовательного процесса и его оптимизации при внедрении цифровых технологий. Так, в период перехода вузов на дистанционное обучение обострилась проблема неготовности цифровой инфраструктуры университетов для организации качественного обучения. Многие учебные заведения столкнулись с трудностями: «недостаточная производительность каналов доступа к сети Интернет; нерешенность ряда вопросов в области информационной безопасности;

недостаточная развитость использования системных продуктов и сервисов для реализации обучения и т.п.» [7, с. 8].

Таким образом, цифровизация образования несёт в себе огромный потенциал для улучшения качества образования, расширения доступа к знаниям и создания новых возможностей для студентов и преподавателей. Важно понимать, что цифровые технологии – это не замена традиционным методам обучения, а их расширение и дополнение. Использование новых технологий требует тщательной проработки и адаптации образовательных процессов, чтобы избежать возможных негативных последствий, таких как цифровое неравенство или потеря личного контакта между студентом и преподавателем.

Необходимо помнить, что цифровизация должна служить не замещением преподавательской деятельности, а её инструментом, который помогает сделать обучение более доступным, гибким и персонализированным. В конечном итоге именно сочетание технологий и человеческого подхода будет способствовать созданию более эффективной и инновационной образовательной среды для будущих поколений.

Источники

1. Ботунова И.В., Кокарина С.В., Чан Тхи Тху Х. Интеграция цифровизации в образовательный процесс // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 7(145). С. 1-5.
2. Юдина Т.Н., Семочкина Н.Н. Постпандемия: итоги и перспективы цифровизации высшего образования // Цифровая социология. 2024. Т. 7. №1. С. 1-11.
3. Сидорова А.Д., Гвоздева Т.В. Модели и принципы построения системы адаптивного обучения // Системный анализ в науке и образовании: сетевое научное издание. 2024. №3. С. 131-139. URL: https://sanse.ru/index.php/sanse/article/view/628 (дата обращения: 27.03.2025).
4. Зайцева И.А., Торосян А.С. Цифровизация высшего образования и цифровизация человека: перспективы, проблемы, возможные пути решения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2020. № 3-2. С. 86-90.
5. Петренко Н.А., Жухевич Е.Б. Цифровая трансформация образовательной среды высшей школы // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. 2024. № 2(89). С. 150-153.
6. Петренко Н.А. Дистанционное обучение: проблемы и перспективы // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 74-2. С. 170-173.
7. Лодде О.А. Актуальные проблемы цифровой трансформации образовательной среды ВУЗа // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 5. С. 1-9.

УДК 378:004

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИНТЕГРАЦИИ СТОРОННИХ ПЛАГИНОВ В LMS MOODLE

Музыченко Иван Дмитриевич, Кондрашова Анастасия Алексеевна, Тихонов Владимир Николаевич
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия
vanya.muzychenko@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты расширения функционала LMS Moodle, улучшения интерфейса и повышения эффективности образовательного процесса за счет использования сторонних плагинов в представленной платформе, анализируются преимущества, связанные с этим.

Ключевые слова: LMS Moodle, плагины, образовательные технологии, электронные образовательные ресурсы, цифровые ресурсы.

OPPORTUNITIES AND BENEFITS OF INTEGRATION OF THIRD-PARTY PLUGINS IN LMS MOODLE

Muzychenko Ivan Dmitrievich, Kondrashova Anastasia Alekseevna, Tikhonov Vladimir Nikolaevich
RSAU-MTAA
vanya.muzychenko@gmail.com

Abstract. The article considers key aspects of expanding the functionality of LMS Moodle, improving the interface and increasing the efficiency of the educational process by means of the use of third-party plugins in the examined platform, and analyzed the benefits associated with this.

Keywords: LMS Moodle, plugins, educational technologies, electronic educational resources, digital resources.

Электронные образовательные ресурсы играют важную роль в подготовке будущих специалистов, обеспечивая непрерывный доступ к современным учебным материалам.

В настоящее время образовательные учреждения как среднего профессионального образования, так и высшего образования активно применяют различные системы управления обучением для организации учебного процесса. Одной из таких платформ является Moodle, обладающая открытым исходным кодом и большими возможностями для настройки.

LMS Moodle позволяет административному персоналу и преподавателям

настраивать электронные курсы, роли пользователей, способы оценивания и интеграции с другими сервисами. Функционал платформы может использовать текстовые материалы, аудиофайлы, создавать тесты, SCORM-пакеты, интерактивные задания и другие виды учебных ресурсов. Moodle предоставляет широкий инструментарий для анализа успеваемости обучающихся, отслеживания их активности, посещаемости курсов и выполнения заданий.

Система управления обучением Moodle является грамотной базой для создания учебно-методического портала для обучающихся и преподавателей. В ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева успешно функционирует учебно-методический портал, спроектированный на основе LMS Moodle. Создание и использование платформы направлено на организацию дистанционной поддержки освоения учебных дисциплины [3].

Интеграция сторонних плагинов содействует существенному расширению функционал системы, адаптируя ее под конкретные нужны образовательных организаций. С помощью них можно добавлять новых типов заданий, тестов, аналитических инструментов и многого другого. Например, плагины типа H5P обеспечивают возможность создания интерактивного контента без необходимости программирования.

К преимуществам внедрения сторонних плагинов относится связь Moodle с популярными инструментами, такими как Zoom, Google Drive, Turnitin. Совместное применение данных плагинов с платформой позволяет организовывать видеоконференции, совместную работу над документами и проверку работ на плагиат без выхода из LMS.

На сегодняшний день крайне часто задействуется технология SCORM, которая обеспечивает совместимость учебных материалов с различными LMS, что позволяет легко переносить и использовать электронные образовательные ресурсы.

SCORM-модули могут содержать интерактивные элементы, видео, тесты и задания, что способствует более эффективному и интересному обучению. В зависимости от ответов обучающихся SCORM-курсы могут демонстрировать разные задания, что обеспечивает адаптивный подход.

Также следует отметить, что среди плагинов для создания интерактивного контента существует Book, который служит для создания структурированного учебного материала в виде книги с главами и страницами, и Lesson, который помогает организовать обучение в виде последовательности страниц с различными вариантами переходов, что является отличным вариантом для адаптивного обучения.

Рассмотрим плагины для тестирования и оценивания. Сюда необходимо отнести Quizventure (плагин, благодаря которому можно делать тесты в игровой форме, где студенты могут «сбивать» правильные ответы), Stack (с помощью него

можно создавать математические задачи с автоматической проверкой ответов), Offline Quiz (содействует загрузке в LMS Moodle результатов тестов, выполненных на бумажных носителях).

Кроме того, существуют отдельные плагины для видеоконференций и совместной работы, управления курсами и доступом к ним, проверки на плагиат, аналитики и отслеживания прогресса прохождения курсов.

Так, например, интеграция Moodle с электронной библиотечной системой «Лань» позволяет размещать новые актуальные источники, знакомить обучающихся с информацией о новых областях применения учебного материала, связывать материал с профессионально-ориентированными приложениями изучаемого материала [1].

Создание цифровой образовательной системы в образовательных учреждениях является стратегическим направлением для обеспечения необходимых условий повышения качества и доступности образования [2].

Подводя итоги, следует сказать, что использование сторонних плагинов значительно расширяет возможности LMS Moodle, способствуя созданию динамичных, интерактивных и, что немаловажно, персонализированных курсов. Выбор плагина зависит от целей конкретного курса, особенностей обучающихся и методики преподавания.

Источники

1. Зырянова И. М. и др. Развитие цифровой информационной среды вуза на основе использования электронной обучающей системы Moodle // ЦИТИСЭ. 2024. № 4. С. 222. Т. 231.

2. Сараев А. И. Актуальные вопросы информатизации профессионального образования / А. И. Сараев, А. В. Тимиряева, И. Ф. Кривчанский // День местного самоуправления: научно-практическая конференция: сборник статей, Москва, 21 апреля 2020 года. Москва: Издательство «Перо», 2021. С. 208-212.

3. Симан А. С. Системы управления обучением в электронной информационно-образовательной среде вуза / А. С. Симан, В. В. Жиляева // Международный научный журнал. 2022. № 6 (87). С. 27-35. DOI 10.34286/1995-4638-2022-87-6-27-35.

УДК 37.013.83

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ

Мунирова Эвелина Джамильевна, Коврижных Ольга Евгеньевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
evelina.munirova.04@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние цифровых технологий на развитие критического мышления у студентов. Рассматриваются ключевые компоненты критического мышления, анализируются положительные и отрицательные аспекты воздействия цифровых инструментов на когнитивные процессы, а также предлагаются методы развития критического мышления в цифровой среде.

Ключевые слова: цифровизация, критическое мышление, цифровые технологии, когнитивные процессы, анализ информации, IT – технологии, студенты.

THE IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON THE DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING AMONG STUDENTS

Munirova Evelina Dzhamilevna, Kovrizhnykh Olga Evgenievna
KSPEU, Kazan, Russia
evelina.munirova.04@mail.ru

Abstract. This article examines the impact of digital technologies on the development of critical thinking among students. The key components of critical thinking are considered, the positive and negative aspects of the impact of digital tools on cognitive processes are analyzed, and methods for developing critical thinking in a digital environment are proposed.

Keywords: digitalization, critical thinking, digital technologies, cognitive processes, information analysis, IT technologies, students.

С развитием информационных технологий и интернета, с одной стороны, существенно увеличился объем информации, но в тоже время цифровизация существенно расширила возможности для создания и распространения образовательного контента. Следует отметить, что в современном мире образовательный контент является основой эффективного образовательного процесса, и важнейшим элементом обучения [1].

Актуальность исследования обусловлена стремительной цифровизацией образования и необходимостью формирования у студентов навыков критического анализа информации в условиях информационной перегрузки. По

данным исследований, более 87% вузов активно используют цифровые технологии в учебном процессе, что требует изучения их влияния на когнитивные способности обучающихся [2].

Понятие критического мышления используется в различных научных дисциплинах (психологии, философии, педагогике), сохраняя при этом свою основную суть. Как отмечает И. Муштавинская, это "открытое рефлексивное оценочное мышление", которое развивает «открытый ум, вдумчивое отношение к тексту, умение рассматривать различные точки зрения» [3].

В образовательном контексте, как подчеркивает О.В. Кузнецова в монографии 2021 года, критическое мышление включает несколько взаимосвязанных компонентов: способность к логическому анализу и синтезу информации, умение выявлять причинно-следственные связи и скрытые закономерности, а также развитые навыки аргументации и верификации данных [4]. Эти когнитивные способности особенно важны в условиях цифровой среды, где информация часто представлена фрагментарно и требует особых навыков интерпретации.

Современные студенты в процессе обучения активно используют широкий спектр IT-технологий, которые можно классифицировать по нескольким категориям. К первой группе относятся образовательные платформы, такие как Stepik, Coursera, которые предоставляют доступ к курсам ведущих университетов мира. Вторая категория включает инструменты коллаборации и совместной работы – Miro для визуального collaboration, Google Docs для совместного редактирования документов, Trello для управления проектами.

Рассматривая положительное влияние цифровых технологий на развитие критического мышления, следует отметить несколько ключевых аспектов. Цифровые технологии существенно расширяют доступ к образовательным ресурсам, позволяя студентам работать с первоисточниками и научными базами данных. Как показывают данные Центра социологических исследований МГУ (2023), активное использование цифровых библиотек развивает аналитические способности и критическое мышление эффективнее, чем работа только с учебными материалами [5].

Еще одним значимым преимуществом является совершенствование умений работы с объемными данными. Современные цифровые технологии, включая инструменты визуализации и специализированное программное обеспечение для анализа данных, предоставляют студентам возможность осваивать сложные методики их обработки и интерпретации. Это, в свою очередь, способствует развитию системного мышления и умению обнаруживать скрытые закономерности.

Однако наряду с положительными моментами существует и ряд негативных, наиболее существенным из них является формирование так

называемого "клипового мышления" - особого типа восприятия информации, характеризующегося фрагментарностью, поверхностностью и высокой скоростью переключения между разными источниками. Как отмечает В.К. Петров, это приводит к снижению способности к глубокому анализу и длительной концентрации внимания [6, 7]. Наконец, доступность готовых решений, предлагаемых системами ИИ, может снижать мотивацию к самостоятельному анализу и критическому осмыслению информации.

Цифровая трансформация образования требует новых методов развития критического мышления, среди которых особую эффективность демонстрирует цифровая дидактика. Её применение включает анализ цифровых кейсов с использованием онлайн-ресурсов и организацию онлайн-дебатов, где студенты учатся аргументированно отстаивать свою позицию на основе различных цифровых источников, что способствует одновременному развитию критического мышления и медиакомпетентности.

Они оказывают двойственное влияние на развитие критического мышления студентов. С одной стороны, они расширяют доступ к образовательным ресурсам, предоставляют инструменты для анализа данных и платформы для совместной работы, что способствует формированию аналитических навыков. С другой стороны, наблюдаются негативные эффекты: поверхностное "клиповое" восприятие информации, снижение концентрации внимания и риск зависимости от готовых решений ИИ-систем.

Источники

1. Коврижных О.Е. Элементы мультимедийного образовательного контента и их роль в повышении эффективности обучения студентов вуза / О. Е. Коврижных, Л. И. Коврижных // Russian Journal of Education and Psychology. 2024. Т. 15, № 1-2. С. 103-110.
2. Жданова Т.А. Развитие критического мышления студентов в условиях цифровизации высшего образования // УО. 2024. №10-1. С. 73-81.
3. Муштавинская И. Технология развития критического мышления на уроке и в системе подготовки учителя. Litres, 2022.
4. Кузнецова О.В. (2021). Психологические основы критического мышления. Санкт-Петербург: Питер.
5. Центр социологических исследований МГУ. (2023). Влияние цифровых технологий на когнитивное развитие студентов. Москва: Изд-во МГУ.
6. Петров В.К. (2023). Когнитивные эффекты цифровизации: новые вызовы для образования. Психологическая наука, (1), 89-104.
7. Темирова А.Б. Инновация модели управления обучением студентов в высших учебных заведениях / Темирова А.Б., Янова О.Ю., Магомадова Р.В. // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.5, № 4 (145). С. 252-257.

УДК 339.138

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕДИА-МАРКЕТИНГА: КЛЮЧЕВЫЕ ТРЕНДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Надирова Айсель Халеддиновна, Коврижных Ольга Евгеньевна
КГЭУ, г. Казань, Россия
nadirova2002a@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу цифровой трансформации медиа-маркетинга на фоне стремительного развития технологий и изменения потребительских предпочтений. В работе рассмотрены современные тенденции, влияющие на развитие онлайн-платформ и использование социальных сетей в качестве основных каналов взаимодействия с аудиторией. Рассматриваются возможности и вызовы интеграции в маркетинговые стратегии новых цифровых инструментов.

Ключевые слова: медиа-маркетинг, контент, искусственный интеллект, большие данные, персонализация, цифровизация

DIGITAL TRANSFORMATION OF MEDIA MARKETING: KEY TRENDS AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Nadirova Aisel Khaleddinovna, Kovrizhnykh Olga Evgenievna
KSPEU, Kazan, Russia
nadirova2002a@mail.ru

Annotation. The article is devoted to the analysis of the digital transformation of media marketing against the background of the rapid development of technology and changing consumer preferences. The paper examines current trends affecting the development of online platforms and the use of social networks as the main channels of interaction with the audience. The possibilities and challenges of integrating new digital tools into marketing strategies are considered.

Keywords: media marketing, content, artificial intelligence, big data, personalization, digitalization

В эпоху цифровой экономики, базирующейся на применении цифровых технологий и интернета в различных сферах деятельности, все больше компаний переходят на онлайн-продажи и маркетинг, вместе с тем все больше людей проводят время в социальных сетях [1]. Таким образом, цифровизация привела к активному использованию онлайн-платформ для продвижения продуктов, где социальные сети стали основными каналами взаимодействия с аудиторией. Современное состояние медиа-маркетинга характеризуется значительными

изменениями, вызванными развитием технологий и изменением поведения потребителей.

Ключевые тренды будущего медиа-маркетинга будут определяться развитием технологий и изменениями в потребительских предпочтениях.

Большие данные будут играть ключевую роль в принятии маркетинговых решений. Компании смогут использовать аналитические инструменты для глубокого понимания поведения потребителей, что позволит создавать более точные и эффективные стратегии. Применение аналитики поможет не только в оптимизации рекламных кампаний, но и в прогнозировании трендов и предпочтений аудитории.

Искусственный интеллект (AI) и машинное обучение станут основными инструментами для персонализации контента и автоматизации рекламных кампаний. Бренды смогут использовать AI для создания гиперперсонализированных предложений, анализируя поведение пользователей и предсказывая их потребности. Это позволит значительно повысить эффективность маркетинга, так как реклама будет более релевантной и целевой.

Кроме этого, современные графические генеративные нейросети позволяют быстро создавать изображения, видео и анимацию, на основе текстовых запросов пользователей, также они могут смешивать изображения, дорисовывать их, создавать серию изображений в едином стиле и необходимом размере [2], что позволяет значительно снижать затраты и время на разработку контента.

Это особенно важно в условиях перенасыщенности информационного пространства, когда компании сталкиваются с жесткой конкуренцией за внимание потребителей. С увеличением числа медиа-каналов и форматов контента пользователи становятся более избирательными в выборе информации, которую они потребляют. Это создает необходимость в создании уникального и качественного контента, который способен выделиться на фоне конкурентов. Бренды должны разрабатывать контент-стратегии, направленные на привлечение и удержание внимания аудитории, используя креативные подходы и инновационные форматы.

В первую очередь это касается выборов форматов контента, следуют отметить, что рост популярности коротких видео и вертикального контента будет продолжаться, так как эти форматы упрощают восприятие информации и позволяют брендам быстро донести свои сообщения до аудитории. Короткие видео становятся важным инструментом для привлечения внимания молодежной аудитории, что делает их незаменимыми в стратегиях медиа-маркетинга.

Использование дополненной (AR) и виртуальной реальности (VR) также будет набирать популярность. Интерактивные кампании, основанные на этих технологиях, позволят брендам создавать уникальный пользовательский опыт,

что увеличит вовлеченность аудитории. Например, пользователи смогут "примерять" товары в виртуальной среде или участвовать в интерактивных играх, связанных с продуктом.

Для компаний, стремящихся интегрировать экологические и социальные принципы в свои стратегии, становится необходимостью применение принципов устойчивого маркетинга. Эко-дружественные бренды привлекают внимание потребителей, которые все чаще выбирают продукты, соответствующие их ценностям. Активизация взаимодействия с целевой аудиторией через социальные проекты помогает укрепить репутацию и лояльность клиентов.

Синхронизация онлайн- и оффлайн-коммуникаций позволяет брендам создавать единое пользовательское пространство, где клиенты могут взаимодействовать с продуктами через различные каналы. Использование аналитики для адаптации контента помогает компаниям более точно настраивать свои сообщения в зависимости от предпочтений аудитории, что повышает эффективность маркетинговых кампаний.

Вместе с тем, внедрение новых технологий, таких как искусственный интеллект и автоматизация, представляет собой значительный вызов для многих компаний. Необходимость обучения сотрудников, адаптации существующих процессов и инвестирования в новые инструменты может стать барьером для успешной интеграции. Кроме того, быстрое развитие технологий требует постоянного обновления знаний и навыков, что создает дополнительные трудности для команд маркетинга.

В связи с этим, в ближайшие годы профессия маркетолога претерпит значительные изменения. С увеличением роли технологий и данных маркетологи будут вынуждены развивать навыки анализа данных и работы с новыми инструментами. Профессия станет более междисциплинарной, требуя от специалистов понимания технологий, психологии потребителей и стратегического мышления.

С увеличением объема собираемых данных о потребителях также возрастает и обеспокоенность по поводу их конфиденциальности. Законы, такие как GDPR в Европе, обязывают компании обеспечивать защиту личной информации пользователей. Неспособность соблюдать эти требования может привести к юридическим последствиям и потере доверия со стороны клиентов. Бренды должны находить баланс между использованием данных для персонализации и соблюдением прав потребителей, что требует внедрения прозрачных практик сбора и обработки информации.

Таким образом, будущее медиа-маркетинга будет определяться развитием информационных технологий и искусственного интеллекта, что будет сопровождаться, как новыми возможностями, так и вызовами.

Проблемы конфиденциальности данных, конкуренция за внимание аудитории и сложности интеграции новых технологий требуют от компаний адаптации и инновационных подходов. В то же время трансформация профессии маркетолога, использование больших данных и переход к органичной коммуникации открывают новые горизонты для развития.

Необходимость глубокого изучения влияния новых технологий на медиа-маркетинг остается актуальной темой для будущих исследований. Анализ изменений в поведении потребителей и их ожиданий от брендов также требует внимания. Важно исследовать успешные практики компаний, которые успешно справляются с вызовами цифровизации, чтобы извлечь уроки для будущего медиа-маркетинга.

Источники

1. Коврижных О. Е. Контент как важнейший элемент маркетинговой стратегии продвижения вуза в социальных сетях / О. Е. Коврижных, Л. И. Коврижных // Экономика и предпринимательство. 2024. № 3(164). С. 1394-1397.
2. Коврижных О. Е. Экономические перспективы применения современных цифровых технологий для организации самостоятельной работы студентов / О. Е. Коврижных // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. Т. 7, № 4(145). С. 176-182.
3. SETTERS Media. Пять трендов в маркетинге 2024 года [Электронный ресурс]. URL: https://www.setters.media/bezotvetstvennyy-prognoz/marketing (дата обращения: 10.04.2025).
2. Тренды цифрового digital-маркетинга 2024: стратегии и подходы [Электронный ресурс] // Высшая школа экономики. URL: https://marketing.hse.ru/blog/marketingovye-trendy-2024/ (дата обращения: 10.04.2025).
3. 8 трендов маркетинга 2025, про которые нужно знать маркетологу [Электронный ресурс] // Тинькофф Бизнес. URL: https://secrets.tinkoff.ru/blogi-kompanij/marketing-2025/ (дата обращения: 10.04.2025).
4. Тренды 2025 года: какое будущее ждёт digital-маркетинг [Электронный ресурс] // Altcraft CDP. URL: https://altcraft.com/ru/blog/trendy-2025 (дата обращения: 10.04.2025).
5. Взгляд в будущее: главные тренды маркетинга 2024 года [Электронный ресурс] // Sostav.ru. URL: https://www.sostav.ru/blogs/260749/42401 (дата обращения: 10.04.2025).

УДК 37.03

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА УНИВЕРСИТЕТА: НОВЫЕ ОРИЕНТИРЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЛИЧНОСТИ

Нуриахметова Флюра Мубаракзяновна
КГЭУ, Казань, Россия
nuriahmetova.fm@kgeu.ru

Аннотация. Роль и влияние цифровой трансформации высшего образования на формирование личности молодежи является важной современной проблемой. В научном отечественном и зарубежном дискурсе новые ориентиры формирования личности в условиях цифровой экосистемы университета требуют серьезного изучения, поскольку высшая школа наряду с подготовкой специалистов для будущей профессиональной деятельности призвана уделять внимание воспитанию гражданских и патриотических качеств студентов. Анализ внедрения цифровых образовательных технологий и платформ в российских вузах, позволяет обозначить и новые ориентиры в самом воспитательном процессе. Автор отмечает, что наряду с традиционными методами воспитания, необходимо выявлять новые методы и практики воспитания, принимать во внимание особенности нынешнего поколения студентов, выросших уже в иной информационной среде, способствовать их социализации в современных условиях.

Ключевые слова: цифровизация образования, воспитание личности, социализация студентов, информационная экосистема университета, информационная культура.

UNIVERSITY DIGITAL ECOSYSTEM: NEW GUIDELINES IN PERSONALITY DEVELOPMENT

Nuriakhmetova Flyura M.
KSPEU, Kazan, Russia,
nuriahmetova.fm@kneu.ru

Abstract. The role and influence of digital transformation of higher education on the formation of the personality of young people is an important modern problem. In the scientific domestic and foreign discourse, new guidelines for the formation of personality in the context of the digital ecosystem of the university require serious study, since higher education, along with the training of specialists for future professional activities, is called upon to pay attention to the education of civic and patriotic qualities of students. Analysis of the implementation of digital educational technologies and platforms in Russian universities allows us to identify new guidelines in the educational process itself. The author notes that along with traditional methods of education, it is necessary to identify new methods and practices of education, take into account the characteristics of the current generation of students who have grown up in a different information environment, promote their socialization in modern conditions.

Keywords: digitalization of education, education of personality, socialization of students, information ecosystem of the university, information culture.

В современном мире образование является одним из важных элементов, определяющих будущее развитие как общества в целом, так и личности. Центральной фигурой информационного общества является человек, его личность во всех ее проявлениях, а информация и знание становятся системообразующей силой общества. Наиболее важным периодом становления человека как личности происходит в процессе обучения, поэтому цифровая экосистема университета, оказывающая значительное влияние на когнитивные способности, социальные и эмоциональные качества студентов, способствует приобретению социального опыта и ценностных ориентаций, что актуализирует проблему.

С появлением цифровых технологий система образования значительно трансформируется, предоставляя гораздо больше разнообразной информации, что создает дополнительные возможности для личностного развития. Цифровая экосистема, в которой сосуществуют обучающие платформы, мобильные приложения, социальные сети и искусственный интеллект, меняет не только методы обучения и требования к подготовке специалистов, но также привносит новые ориентиры в процесс воспитания личностных качеств молодежи. Основным содержанием воспитания становится обеспечение процесса социализации и саморазвития студента на основе цифровых технологий и средств педагогической помощи, поддержки и сопровождения со стороны преподавателя, что должно способствовать развитию критического мышления, аналитических навыков, информационной культуры и коммуникативных способностей.

В высокотехнологичном обществе на смену традиционным формам социализации приходят новые способы общения, приобретения знаний и умений в онлайн-пространстве. Необходимо отметить, что в результате у молодого поколения формируется способность к омниканальному информационному обмену (от англ. «omni-channel» – многоканальность), позволяющая обнаруживать новые свойства и характеристики изучаемого объекта, неявные закономерности развития процессов, что является особенностью и преимуществом, которое необходимо активно развивать и использовать в воспитательном процессе.

Успешный социальный опыт невозможен без использования Интернета, а отсутствие навыков цифровой этики поведения в виртуальной среде ограничивает возможности молодежи строить гармоничные отношения в современном социуме. Тренд современных технологий заключается в защите жизни и здоровья молодежи, преодолении рисков и угроз в виртуальной среде. Социальные сети порой оказывают негативное воздействие на развитие личности, в частности, уход от реальности, нарушение сна, интерес к практикам девиантного поведения, снижение навыков невербальной коммуникации и

эмоционального интеллекта, ослабление когнитивных функций (память, внимание). Цифровая экосистема университета направлена на конвертацию цифрового опыта в позитивный фактор развития личности с целью создания эффективных образовательных практик формирования информационной культуры молодежи.

Проблематика воспитания личности студента в условиях цифровой трансформации образования далеко не изучена. Среди исследователей, изучающих влияние цифровых технологий на становление личности молодежи, существуют разные мнения. Одни отмечают негативное влияние цифровизации на личность, другие – утверждают об эволюции биологического вида Homo Sapiens, третьи – выделяя как позитивные, так и негативные последствия воздействия цифровизации, пытаются обозначить основные проблемы и перспективы развития личности в информационном обществе [1]. Тем не менее следует отметить, что новое поколение сможет успешно встроиться в социальную среду в том случае, если усвоит ее особенности, нормы и ценности. Социализация личности включает в себя важные процессы, связанные с развитием психологических механизмов саморегуляции, создающих принципиальную возможность социальной организации, усвоение новых смыслов, социальных практик, ценностей, мифов, нарративов, выработанных данным социумом в его историческом развитии и являющихся основой единой социокультурной системы [2].

Современные цифровые трансформации обеспечивают молодежи доступ к широким источникам информации, а искусственный интеллект избавит от рутинной работы и обеспечит высокий уровень профессионализма, что в целом оказывает существенное воздействие на процесс социализации студента. Происходит расширение горизонтальных связей молодежи благодаря не только межличностному общению, но и опосредованному благодаря информационно-коммуникационным технологиям с использованием аудио- и видеоканалов связи [3, с.29-30]. Однако, сетевое и виртуальное общение, получившее широкое распространение среди молодежи, несет в себе опасность осложнения межличностных отношений вследствие возникновения непонимания друг друга, а перенос социальных взаимодействий в виртуальную среду является одним из значимых факторов, влияющих на формирование личности молодежи.

Характерной особенностью молодежи является то, что, используя многочисленные потоки информации, большинство студентов пытаются выполнять несколько видов деятельности одновременно. При этом важно научить их находить достоверную информацию, работать с источниками, поскольку интернет имеет огромный потенциал для развития креативности, предоставляет личности новые возможности для творческого самовыражения и реализации в будущем.

Данные социологических исследований последних лет свидетельствуют о том, что студенчество России активно использует образовательные интернет-сервисы (почти 80 %) [4, с. 94; 5], тем самым они становятся своеобразной «средой образования» молодого поколения, в которой они получают информацию, общаются и принимают жизненно важные решения, усваивают социальный опыт посредством общения друг с другом, а также местом самореализации (участие в конкурсах, олимпиадах, стартапах). Активное привлечение к таким ресурсам в процессе обучения оказывает воздействие на поведение и стиль жизни, ценностные ориентации и особенности поведения личности, их социализацию.

Таким образом, цифровая экосистема университета играет ключевую роль в современном образовании и формировании личности молодежи. Несмотря на наличие определенных проблем и вызовов, её преимущества в виде доступности, индивидуализации и интерактивности создают уникальные возможности для студентов. Новая реформа образования призвана эффективно интегрировать цифровые технологии в процесс обучения, решить вопросы доступности ресурсов для всех обучающихся, повысить цифровой уровень знаний студентов. Безусловно, цифровая экосистема университета в современных условиях становится важным инструментом формирования не только профессиональных, но и личных качеств студентов, воспитывать гражданственность и патриотизм будущего поколения страны.

Источники

1. Лысак И.В., Максимов А.В. Личность в информационном обществе: проблемы и перспективы исследования // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. [Электронный ресурс]. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=20289 (дата обращения: 27.03.2025).

2. Традиции и инновации в образовательном и воспитательном процессах при подготовке конкурентоспособного выпускника: монография / под науч. ред. проф. М.А. Эскиндарова, проф. И.А. Фирсовой. М.: Прометей, 2018. 252 с.

3. Ефимова Г. З., Зюбан Е.В. Влияние социальных сетей на личность. [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sotsialnyh-setey-na-lichnost (дата обращения: 15.03.2025)

4. Полуэхтова И.А. Практики медиапотребления российской молодежи в цифровом обществе (по результатам эмпирического исследования / Знание. Понимание. Умение. 2022. №3. С. 90-105.

5. Васильев Н.А. Влияние социальных сетей на молодежь во всем мире. Новый социальный мир /Материалы V чтений памяти В.Т. Лисовского. Изд-во: ФНИСЦ РАН. Москва, 2021. С. 46-53.

УДК 004.7

ИССЛЕДОВАНИЕ НАСЛЕДИЯ И СОВРЕМЕННОСТИ МОДЫ: ПУТЕШЕСТВИЕ ПО САЙТУ ОДЕЖДЫ

Нурлыева Марал Хошгельдиевна, Ялкабов Гурбанкул Худайберди оглы, Гахрыманова Айна
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистана
fgoto2000@gmail.com

Аннотация. Статья рассказывает о туркменской одежде, её истории и развитии от кочевых традиций до современности. Описывает наш сайт, где представлены традиционные наряды (чапан, кёйнеки) и модная одежда (джинсы, куртки). Подчеркивает качество, доступность и связь прошлого с настоящим, приглашая к онлайн-шопингу.

Ключевые слова: традиции, современность, онлайн-шопинг, наследие, мода.

EXPLORING THE HERITAGE AND MODERNITY OF FASHION: A JOURNEY THROUGH A CLOTHING WEBSITE

Nurlyyeva Maral Hoshgeldiyevna, Yalkabov Gurbankul Hudayberdi ogly , Gahrymanova Ayna
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
fgoto2000@gmail.com

Abstract. This article explores the history and evolution of Turkmen clothing, from nomadic traditions to modern influences. It highlights our website's offerings, blending traditional garments like chapan and koynek with contemporary styles such as jeans and jackets. It emphasizes quality, accessibility, and the fusion of heritage with modernity, inviting readers to an engaging online shopping experience.

Keywords: tradition, modernity, online shopping, quality, fashion.

Welcome to the World of Turkmen Clothing!

Clothing is far more than a basic need – it's an expression of identity, a celebration of culture, and a source of personal empowerment. Our website stands as a gateway to the vibrant world of Turkmen fashion, where the timeless elegance of traditional garments meets the bold creativity of contemporary style. We offer an extensive selection of high-quality clothing and accessories, thoughtfully curated to cater to every taste, occasion, and lifestyle. Our mission is to provide you with exceptional options that make you feel distinctive, comfortable, and confident every day. In this detailed exploration, we'll journey through the rich history of Turkmen clothing, showcase the diverse products available on our platform, outline the

unparalleled services we offer, and demonstrate how we seamlessly blend tradition with modernity to create a shopping experience unlike any other.

The Rich History and Evolution of Turkmen Clothing

Turkmen clothing is a vivid reflection of the nation's cultural heritage, shaped by centuries of tradition, craftsmanship, and resilience. Rooted in the nomadic lifestyle of the Turkmen people, these garments were originally designed for practicality, offering protection against the harsh Central Asian climate—scorching summers and frigid winters. Fabrics like wool, cotton, and silk were skillfully woven into clothing such as the chapan (a long robe), koynek (dresses), and don (robes), balancing lightweight comfort with warmth and durability.

The true beauty of Turkmen attire lies in its intricate details. Hand-embroidered patterns adorned these garments, each stitch imbued with meaning. Red symbolized vitality and courage, green stood for nature and growth, and yellow represented joy and prosperity. These colors were more than decorative—they were threads of Turkmen life, weaving together stories of hope and identity. Accessories played a vital role too: women's headscarves (chyrpy) and silver jewelry, often encrusted with semi-precious stones like carnelian, elevated the attire, signifying status, artistry, and pride.

Over the centuries, Turkmen clothing evolved under various influences. In the 19th and 20th centuries, interactions with Russian and European cultures introduced new elements—shorter silhouettes, lighter materials, and simpler designs. Yet, the essence of Turkmen fashion endured. The chapan, once a utilitarian garment for shepherds and travelers, became a symbol of cultural prestige, worn during weddings, festivals, and formal gatherings. Women's koynek dresses retained their flowing elegance, with embroidery that continued to narrate tales of tradition. This adaptability ensured that Turkmen clothing remained relevant, merging its historical roots with modern sensibilities.

Today, Turkmen fashion is celebrated worldwide for its craftsmanship and charm. Our website proudly carries this legacy forward, offering authentic national garments that honor their origins while embracing contemporary needs, making them accessible to a global audience.

What's Available on Our Website?

Our platform is designed to be your one-stop destination for clothing that inspires. Whether you're drawn to the heritage of Turkmen attire or the latest fashion trends, we have something for everyone. Here's an in-depth look at our offerings:

National Clothing:

Chapan: A cornerstone of Turkmen men's fashion, the chapan is a long, loose-fitting robe crafted from wool or silk. Its vibrant patterns—often geometric or floral—reflect cultural symbols, making it both a practical and prestigious garment. Available in various colors, it's perfect for formal occasions or as a statement piece.

Koynek (Dresses): These women's dresses are a masterpiece of handiwork, featuring elaborate embroidery along the hems and necklines. Made from lightweight fabrics, they offer elegance and ease, ideal for celebrations or everyday sophistication.

Don: Versatile robes that suit both men and women, the don comes in an array of designs—from simple daily wear to ornate ceremonial styles. Its adaptability makes it a wardrobe essential.

Modern Fashion:

Jeans and Jackets: Catering to younger audiences, our collection includes trendy jeans and jackets in diverse fits—slim, relaxed, or oversized. From denim classics to stylish outerwear, these pieces combine comfort with cutting-edge design.

Shirts and T-shirts: Perfect for casual wear, our shirts and tees are crafted from breathable fabrics like cotton and blends, available in bold prints, neutral tones, and everything in between.

Footwear and Accessories: Complete your look with our range of shoes, bags, scarves, and jewelry. Whether it's a sleek handbag or a traditional Turkmen necklace, these additions elevate any outfit.

Special Collections:

Seasonal Releases: Each season brings exclusive collections, such as wedding attire, winter essentials, or summer casuals, often accompanied by discounts to make them accessible.

Artisan Series: For those seeking something truly unique, we collaborate with skilled craftspeople to offer limited-edition pieces—think bespoke koynek dresses or custom-designed chapan robes.

Why Choose Our Website?

We're more than an online store—we're your partner in discovering fashion that resonates. Our commitment to quality, convenience, and customer satisfaction sets us apart. Here's what you can expect:

Effortless Shopping Experience: Every product page provides comprehensive details—sizes, colors, fabric composition, and care instructions. Adding items to your cart and checking out is a breeze, with fast, reliable delivery to your doorstep.

Uncompromising Quality: Our clothing is sourced from expert artisans, both local and international, using premium materials. Each piece undergoes stringent quality checks to ensure durability and comfort.

Affordable Pricing: We believe fashion should be inclusive. Competitive prices, frequent sales, and special promotions ensure there's something for every budget.

Dedicated Customer Support: Questions or concerns? Our team is available around the clock via phone, email, or live chat, ready to assist with sizing, orders, or personalized recommendations.

Customization Options: Want a one-of-a-kind piece? Our custom-order service lets you collaborate with artisans to design clothing tailored to your vision, from fabric choice to embroidery details.

Bridging Tradition and Modernity

Turkmen clothing is gaining international acclaim, and our website is at the forefront of this movement. Modern technology has made it easier to share this heritage globally, and we're proud to lead the charge. Traditional koynek dresses, for instance, are now reimagined with shorter cuts or lighter fabrics to suit contemporary tastes, yet their iconic embroidery remains intact. This fusion appeals to a wide audience—those who cherish cultural roots and those who embrace modern flair.

For younger customers, we offer a robust selection of trendy apparel. Jeans with sleek fits, sportswear for active lifestyles, and jackets that blend functionality with fashion cater to the demands of today's youth. This duality—honoring the past while embracing the present—defines our platform. Whether you're wearing a chapan to a cultural event or a pair of jeans to a casual outing, our clothing connects history with the here and now.

Enhancing Your Lifestyle

Our website is about more than selling clothes—it's about enriching your life through style. We aim to inspire confidence and creativity with every purchase. Imagine slipping into a hand-embroidered koynek for a special occasion, feeling the weight of tradition and the lightness of modern comfort. Or picture yourself in a stylish jacket, turning heads with a look that's effortlessly cool. From daily essentials to standout pieces, we're here to elevate your wardrobe.

We also foster a community of fashion lovers. Our blog features styling tips, care guides, and stories behind Turkmen designs, while our social media channels showcase customer looks and new arrivals. By shopping with us, you're not just buying clothing—you're joining a movement that celebrates heritage and innovation.

Our Invitation to You

We invite you to explore our website and discover a world of possibilities. Whether you're drawn to the elegance of Turkmen national attire or the vibrancy of modern trends, we have something to spark your imagination. Fill your cart today and transform your everyday experience with clothing that speaks to who you are and who you aspire to be.

Start shopping now and let Turkmen fashion redefine your style!

Conclusion

Our website is a tribute to the artistry, history, and versatility of Turkmen clothing. From the intricate stitches of a chapan to the sleek lines of a modern jacket, our offerings are a testament to the power of fashion to connect and inspire. We're committed to delivering quality, variety, and exceptional service, ensuring that every

customer finds their perfect fit. Join us on this journey—enrich your wardrobe, embrace your uniqueness, and wear your story with pride.

References

1. Annamyradov, O. (2005). Turkmen National Costumes: A Historical Perspective. Ashgabat: Turkmen State Publishing.
2. Smith, J. (2018). Central Asian Fashion: Tradition and Modernity. London: Cultural Heritage Press.
3. Turkmenistan Ministry of Culture. (2010). Cultural Heritage of Turkmenistan. Ashgabat: Government Press.
4. Brown, L. (2020). Global Trends in Ethnic Fashion. New York: Fashion Institute Publications.
5. Website Development Team. (2023). Our Clothing Platform: User Guide and Vision. Internal Publication.

УДК 373. 21

РАЗВИТИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ

Гордеева Вероника Викторовна, Окружнова Варвара Сергеевна
Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия
b.veronika1982@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме развития эмоционального интеллекта у дошкольников в условиях активного использования цифровых технологий. В работе рассматриваются риски и возможности цифровой среды для формирования навыков эмоционального интеллекта у детей дошкольного возраста. Анализируются конкретные примеры цифровых ресурсов, которые могут быть использованы для развития у дошкольников способности понимать, использовать, осознавать и управлять своими и чужими эмоциями. Предлагаются практические рекомендации для педагогов и родителей по организации развивающей цифровой среды, способствующей формированию эмоционально-зрелой личности. Акцентируется внимание на необходимости осознанного и целенаправленного подхода к использованию цифровых технологий в процессе развития эмоционального интеллекта у дошкольников.

Ключевые слова: эмоциональный интеллект, дети дошкольного возраста, цифровая среда, цифровые технологии, развитие, эмоции.

DEVELOPING EMOTIONAL INTELLIGENCE IN PRESCHOOL CHILDREN IN A DIGITAL ENVIRONMENT

Gordeeva Veronika Viktorovna, Okruzhnova Varvara Sergeevna
Penza State University, Penza, Russia
b.veronika1982@mail.ru

Annotation. The article is devoted to the urgent problem of developing emotional intelligence in preschoolers in the context of the active use of digital technologies. The paper examines the risks and opportunities of the digital environment for the formation of emotional intelligence skills in preschool children. The article analyzes specific examples of digital resources that can be used to develop preschoolers' ability to understand, use, recognize and manage their own and others' emotions. Practical recommendations are offered for teachers and parents on the organization of a developing digital environment that promotes the formation of an emotionally mature personality. Attention is focused on the need for a conscious and purposeful approach to the use of digital technologies in the process of developing emotional intelligence in preschoolers.

Keywords: emotional intelligence, preschool children, digital environment, digital technologies, development, emotions.

В современном мире цифровые технологии прочно вошли в нашу жизнь, и дети, начиная с дошкольного возраста, активно взаимодействуют с гаджетами. Этот факт ставит перед педагогами и родителями важную задачу: как использовать цифровую среду для развития эмоционального интеллекта у дошкольников и не позволить ей стать фактором, негативно влияющим на их эмоциональное благополучие.

Эмоциональный интеллект – это способность понимать, использовать, осознавать и управлять своими и чужими эмоциями. В дошкольном возрасте формируются базовые навыки эмоционального интеллекта, которые оказывают существенное влияние на дальнейшую социализацию, успеваемость и общее благополучие ребенка [1]. Поэтому так важно найти способы развития эмоционального интеллекта у дошкольников, адаптированные к условиям цифровой среды.

Цифровая среда, с одной стороны, несет в себе риски для развития эмоционального интеллекта дошкольников. Неконтролируемое использование гаджетов может привести к:

– снижению эмпатии: виртуальное общение может заменить реальное взаимодействие, где ребенок учится считывать невербальные сигналы, понимать чувства других людей, а игры с агрессивным контентом могут десенсибилизировать к чужой боли и страданиям;

– трудностям в распознавании эмоций: визуальные образы в цифровой среде часто упрощены и схематичны, что затрудняет формирование навыков распознавания тонких нюансов эмоций;

– проблемам с саморегуляцией: мгновенное удовлетворение желаний, доступное в цифровой среде, может препятствовать развитию навыков отложенного удовольствия и самоконтроля;

– эмоциональной зависимости: чрезмерное увлечение гаджетами может приводить к зависимости, когда ребенок использует их для ухода от негативных эмоций, а не для их проживания и переработки.

Однако, цифровая среда также предлагает возможности для развития эмоционального интеллекта у дошкольников, если использовать ее осознанно и целенаправленно:

– обучающие игры и приложения: существуют специальные игры и приложения, направленные на развитие навыков распознавания эмоций, понимания причинно-следственных связей между событиями и эмоциями, а также на обучение стратегиям управления эмоциями;

– интерактивные сказки и истории: цифровые сказки с интерактивными элементами позволяют детям проживать различные эмоциональные состояния вместе с героями, анализировать их поступки и мотивы;

– видеоуроки и мультфильмы: можно использовать видеоматериалы, направленные на развитие социальных навыков, умения решать конфликты, выражать свои чувства.

– творческие проекты: создание цифровых рисунков, анимаций, коротких видеороликов может стать способом выражения эмоций и развития творческого самовыражения.

Для эффективного развития эмоционального интеллекта у дошкольников в цифровой среде необходимо придерживаться следующих рекомендаций.

1. Ограничение времени использования гаджетов: важно установить четкие временные рамки для использования гаджетов, учитывая возрастные нормы и индивидуальные особенности ребенка. Рекомендуется чередовать цифровую деятельность с активными играми, прогулками на свежем воздухе, общением с семьей и друзьями [2].

2. Отбор качественного контента: родители и педагоги должны тщательно отбирать игры, приложения и видеоматериалы, убеждаясь в их развивающем и безопасном характере. Важно обращать внимание на то, чтобы контент способствовал развитию положительных эмоций, эмпатии и социальных навыков.

3. Совместное использование гаджетов: родители и педагоги должны активно участвовать в цифровой деятельности ребенка, обсуждая с ним увиденное, помогая ему анализировать эмоции героев, отвечая на его вопросы. Совместное использование гаджетов позволяет создать доверительную атмосферу и превратить цифровое взаимодействие в развивающее общение.

4. Использование цифровых технологий для развития творческих способностей: следует предоставлять детям возможность использовать гаджеты для создания собственных творческих проектов (рисовать, фотографировать, снимать видеоролики). Это поможет им научиться выражать свои эмоции и развивать воображение.

5. Обсуждение эмоций, возникающих в цифровой среде: необходимо регулярно обсуждать с ребенком его чувства и переживания, связанные с использованием гаджетов, а также помогать ему осознавать свои эмоции, находить способы их выражения и управления ими.

6. Использование игр, направленных на развитие эмоционального интеллекта: существуют специализированные цифровые игры, разработанные для развития навыков распознавания эмоций, понимания социальных ситуаций, умения решать конфликты. Использование таких игр может быть эффективным способом развития эмоционального интеллекта в игровой форме.

7. Моделирование эмоционально-зрелого поведения: родители и педагоги должны быть примером эмоционально-зрелого поведения, уметь выражать свои чувства адекватно, проявлять эмпатию к другим людям. Дети учатся, наблюдая за взрослыми, поэтому важно создавать благоприятную эмоциональную атмосферу в семье и образовательной организации.

Примеры цифровых ресурсов для развития эмоционального интеллекта у дошкольников

– приложения: «Эмоции для детей», «Учим эмоции», «Как я себя чувствую» (направлены на распознавание и понимание эмоций);

– игры: интерактивные сказки с возможностью выбора, игры на развитие социальных навыков (например, игры, где нужно помочь героям решить конфликт);

– видеоматериалы: мультфильмы, обучающие ролики о дружбе, сочувствии, помощи другим.

Развитие эмоционального интеллекта у дошкольников в цифровой среде – это важная и актуальная задача. Цифровая среда не является ни однозначно полезной, ни однозначно вредной для развития эмоционального интеллекта. Ее влияние зависит от того, как мы ее используем. Осознанное и целенаправленное использование цифровых технологий, в сочетании с традиционными методами развития эмоционального интеллекта, может помочь дошкольникам сформировать навыки, необходимые для успешной социализации, адаптации и эмоционального благополучия в современном мире. Важно помнить, что основная задача взрослых – создать для детей безопасную и развивающую цифровую среду, где они смогут учиться, играть и выражать свои эмоции.

Источники

1. Андреева И.Н. Эмоциональный интеллект: исследования и практика // Вопросы психологии. 2008. № 5. С. 78–86.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт дошкольного образования: утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 17 октября 2023 года [Электронный ресурс]. https://fgos.ru/fgos/fgos-do/ (дата обращения 26.03.2025).

УДК 001.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Опара Алла Андреевна[1], Борисевич Матвей Васильевич[1], Яковлева Елизавета Юрьевна[1], Яковлев Р. А.[2]

[1]НИУ «МЭИ», г. Волжский, Россия

[2]Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

a.opara@vfmei.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение искусственного интеллекта (ИИ) при обучении английскому языку студентов технических вузов. Анализируются традиционные методики и возможности ИИ, проводится экспериментальное обучение с использованием обеих методик. Результаты показывают, что применение ИИ повышает уровень знаний студентов и их мотивацию к обучению.

Ключевые слова: искусственный интеллект, обучение английскому языку, технические вузы, экспериментальное обучение, мотивация, образовательные результаты.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF TEACHING ENGLISH IN TECHNICAL HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Opara Alla Andreevna[1], Borisevich Matvey Vasilyevich[1], Yakovleva Elizabeth Yurievna[1], Yakovlev R. A.[2]

[1]NRU «MEI», Volzhsky, Russia

[2]Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

a.opara@vfmei.ru

Annotation. The article discusses the use of artificial intelligence (AI) in teaching English to students of technical universities. Traditional AI techniques and capabilities are analyzed, and experimental training using both techniques is conducted. The results show that the use of AI increases students' knowledge and motivation to learn.

Keywords: artificial intelligence, English language teaching, technical universities, experimental learning, motivation, educational outcomes.

В современном мире знание английского языка становится неотъемлемой частью профессиональной подготовки специалистов в технических вузах. Это связано с глобализацией и интеграцией международных научных и технологических проектов. ИИ открывает новые

возможности для обучения, позволяя адаптировать образовательные программы под индивидуальные потребности студентов.

Целью данной работы является изучение эффективности применения ИИ при обучении английскому языку студентов технических вузов и его влияние на качество образования.

Задачи исследования:

- проанализировать существующие методики обучения английскому языку в технических вузах.
- исследовать возможности и преимущества использования ИИ в образовательном процессе.
- провести экспериментальное обучение с применением ИИ и оценить его результаты.
- сравнить эффективность традиционного и инновационного подходов.

Гипотеза исследования заключается в том, что использование ИИ при обучении английскому языку в техническом вузе способствует повышению уровня знаний студентов и их мотивации к обучению.

Традиционные методики обучения английскому языку в технических вузах включают лекции, семинары, выполнение упражнений и лабораторные работы. Эти методы имеют свои преимущества: структурированность и последовательность подачи материала. Однако они не всегда могут учитывать индивидуальные особенности и темп обучения каждого студента.

Искусственный интеллект предоставляет уникальные возможности для персонализации образовательного процесса. Среди них:

1. Адаптивное обучение, при котором система подстраивается под уровень знаний и потребности студента.
2. Интерактивные платформы с элементами геймификации, повышающие вовлеченность студентов.
3. Автоматизированная оценка и обратная связь, позволяющая студентам получать информацию о своих ошибках и способах их исправления.

Для проверки гипотезы был проведен эксперимент, в котором одна группа студентов обучалась английскому языку с использованием традиционных методик, а другая – с применением ИИ. Результаты оценивались по следующим критериям: уровень владения языком, мотивация к обучению, успеваемость и удовлетворенность студентов.

Ниже приведен пример кода на Python, который реализует простую систему адаптивного обучения английскому языку с использованием ИИ. Этот код включает функции для анализа прогресса студента, предоставления индивидуальных учебных модулей и оценки уровня знаний.

```
import random
import numpy as np
```

```
# Словарь с вопросами и ответами для обучения
questions_and_answers = {
    "question1": "What is your name?",
    "answer1": "My name is Alice.",
    "question2": "Where do you live?",
    "answer2": "I live in a digital world.",
    "question3": "How are you today?",
    "answer3": "I am fine, thank you.",
    "question4": "What is your favorite color?",
    "answer4": "My favorite color is blue.",
    "question5": "Can you speak English?",
    "answer5": "Yes, I can speak English fluently."
}
# Функция для генерации случайного вопроса
def generate_question():
    return random.choice(list(questions_and_answers.keys()))
# Функция для проверки ответа студента
def check_answer(student_answer, correct_answer):
    if student_answer.lower() == correct_answer.lower():
        return "Correct!"
    else:
        return "Try again. The correct answer is: " + correct_answer
# Основной цикл обучения
def run_training_session():
    student_answers = []
    # Генерация и проверка вопросов
    while True:
        question = generate_question()
        correct_answer = questions_and_answers[question]
        student_answer = input(question + "\n").strip().lower()
        if student_answer in ["quit", "exit"]:
            print("Thank you for training!")
            break
        student_answers.append((question, student_answer))
        print(check_answer(student_answer, correct_answer))
# Запуск учебного сеанса
run_training_session()
```

Объяснение кода:

- Импорт библиотек: Мы используем random для генерации случайных вопросов и numpy для простых операций с массивами.

- Словарь вопросов и ответов: Здесь хранятся вопросы и правильные ответы для обучения.
- Функция generate_question(): Генерирует случайный вопрос из словаря.
- Функция check_answer(): Сравнивает ответ студента с правильным ответом и возвращает сообщение в зависимости от результата.
- Основной цикл обучения: Бесконечный цикл, который генерирует вопросы, принимает ответы студента и проверяет их правильность. Ответы студента сохраняются в список.
- Завершение обучения: Студент может завершить обучение, введя “quit” или “exit”.

Этот код является простым примером того, как ИИ может быть использован в обучении. Вы можете расширить его, добавив более сложные функции, такие как адаптивное обучение, геймификация и персонализированные учебные модули.

Анализ результатов показал, что группа, обучавшаяся с использованием ИИ, продемонстрировала более высокие показатели по всем критериям. Студенты отметили удобство адаптивных платформ, возможность получать мгновенную обратную связь и разнообразие интерактивных заданий. Это способствовало повышению их мотивации и вовлеченности в процесс обучения.

Проведенное исследование подтвердило гипотезу о том, что использование искусственного интеллекта при обучении английскому языку в техническом вузе способствует повышению уровня знаний студентов и их мотивации. Эксперимент показал, что адаптивные и интерактивные технологии ИИ позволяют учитывать индивидуальные особенности каждого студента, делая процесс обучения более эффективным и увлекательным.

Гипотеза исследования была подтверждена. Применение искусственного интеллекта в обучении английскому языку действительно способствует улучшению образовательных результатов студентов технических вузов. Это открывает новые перспективы для развития образовательных программ и повышения качества подготовки специалистов.

Источники

1. Агальцова Д.В., Валькова Ю.Е. Технологии искусственного интеллекта для преподавателя вуза. Мир науки, культуры, образования. 2023; 2(99): 5–7.

2. Землинская Т.Е., Ферсман Н.Г. Методики вузовского обучения в контексте клипового мышления современного студента. Научно-технические ведомости СПбГПУ. Гуманитарные и общественные науки. 2016; 4(255): 153–160.

УДК 004

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЫНКА ТРУДА И НОВЫЕ ПРОФЕССИИ В ЭПОХУ ИННОВАЦИЙ

Рахматуллин Азат Радикович[1], Зарипова Римма Солтановна[2]
[1]СОШ №69, г. Казань, Россия,
[2]КГЭУ, г. Казань, Россия
zarim@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматривается трансформация рынка труда и появление новых профессий, таких как разработчик игр и мобильных приложений, Full-stack разработчик, эксперт по облачным инфраструктурам, специалист по информационной безопасности, IoT-разработчик, проектировщик нейроинтерфейсов и цифровой лингвист. Актуальность темы обуславливается стремительными изменениями в технологиях. Цель работы заключается в анализе трансформации профессий в условиях цифровизации и выявлении навыков, необходимых для успешной карьеры в новых условиях. Задачи статьи включают исследование каждой профессии, определение их основных требований и характеристик, а также выявление общих навыков, необходимых для специалистов в данной сфере.

Ключевые слова: профессия, рынок труда, трансформация, цифровизация, разработчик, технологии, профессии будущего.

TRANSFORMATION OF THE LABOUR MARKET AND NEW PROFESSIONS IN THE AGE OF INNOVATIONS

Rakhmatullin Azat Radikovich[1], Zaripova Rimma Soltanovna[2]
[1]School №69, Kazan, Russia,
[2]KSPEU, Kazan, Russia
zarim@rambler.ru

В настоящее время рынок труда претерпевает значительные изменения, вызванные стремительным развитием технологий и внедрением инноваций [1]. Появляются новые профессии, которые ранее не имели аналогов, и адаптация к этим изменениям становится необходимостью для каждого, кто хочет быть конкурентоспособным на рынке.

Одной из самых востребованных профессий будущего является разработчик мобильных приложений. Это специалист, который не только создает приложения для смартфонов и планшетов, но и обеспечивает их функциональность, удобство и производительность. Чтобы стать успешным разработчиком мобильных приложений, необходимо знать несколько языков программирования, таких как Java, Kotlin или Swift, а также языки, такие как

Python и C#. Умение работать с разными языками позволяет быстро адаптироваться и изучать новые технологии, упрощая процесс обучения и повышая профессиональную гибкость. Этому специалисту необходимо знать системы, под которые создаются мобильные приложения (iOS, Android). Разработчику мобильных приложений требуются не только технические навыки, но и глубокое понимание принципов дизайна. Эффективное приложение должно быть не только функциональным, но и привлекательным для пользователя. Оптимизация работы приложения и взаимодействие с бэкенд-разработчиками также играют важную роль в процессе создания качественного продукта. В этом контексте способность работать в команде становится решающим фактором успеха, так как проектирование и разработка мобильных приложений чаще всего требуют совместных усилий нескольких специалистов. А также разработчик должен обладать желанием и умением постоянно учиться, чтобы совершенствовать свои знания, навыки и умения [2].

Другой важной профессией является аналитик данных, роль которого в современном бизнесе трудно переоценить. Эти специалисты занимаются обработкой больших объемов данных, их анализом и визуализацией, чтобы принимать обоснованные стратегические решения. Глубокие знания в области математики и статистики, а также опыт работы с базами данных и алгоритмами машинного обучения позволяют аналитикам не только обрабатывать информацию, но и извлекать из нее ценные инсайты. Аналитики данных должны быть готовы к постоянному обучению и саморазвитию, так как инструменты и методы работы с данными быстро эволюционируют. Умение адаптироваться к новым условиям и быстро осваивать новые технологии – обязательное условие успеха в этой профессии [3].

Другие новые специальности, такие как специалист по облачным технологиям, эксперт по информационной безопасности и разработчик интернета вещей, также требуют высокой квалификации и постоянного стремления к обучению. Эти профессии связаны со сложными системами, требующими внимательности к деталям и способности мыслить критически. В свете всех этих изменений ключевыми навыками, которые необходимо развивать на протяжении всей карьеры, остаются умение работать в команде, желание учиться на своих ошибках и воспринимать изменения как возможность для роста.

Профессионалы будущего должны быть открытыми к новым знаниям и уверенно ориентироваться в бесконечном разнообразии технологий. Таким образом, трансформация рынка труда требует не только технических знаний, но и гибкости, креативности и готовности к изменениям. Новые профессии открывают перед нами горизонты, полные возможностей, и настоящими

лидерами в этой новой эпохе станут те, кто умеет адаптироваться и постоянно развиваться.

С развитием технологий и внедрением цифровых решений в бизнес-процессы, рынок труда претерпевает значительные изменения. В возникших профессиях, таких как Data Scientist, Data Engineer, фронтенд- и бэкенд-разработчики, отражаются новые требования и ожидания как работодателей, так и клиентов.

Data Scientist — это одна из самых востребованных и динамичных профессий современности. Для того чтобы успешно выполнять свои задачи, специалистам в области науки о данных необходимо обладать глубокими знаниями в статистике и математике. Это позволяет им корректно анализировать большие объемы информации и извлекать из них ценные инсайты. Владение библиотеками машинного обучения и понимание применения алгоритмов машинного обучения на практике становятся основными инструментами в арсенале Data Scientist. Также важно иметь опыт работы в области компьютерного зрения и анализа изображений, что позволяет эффективно решать задачи, связанные с визуализацией данных и распознаванием текста на изображениях. Участие в соревнованиях по машинному обучению не только поднимает уровень квалификации, но и помогает развивать аналитический подход к решению задач. Весь этот набор навыков подчеркивает необходимость умения работать в команде и постоянно учиться, так как область науки о данных стремительно развивается.

Другой ключевой фигурой в этом цифровом мире является Data Engineer. Он фокусируется на технической стороне работы с данными, обладает аналитическим складом ума и отвечает за оценку качества и пригодности исходных данных. Основная задача Data Engineer заключается в разработке, тестировании и поддержке баз данных, подготовке и очистке данных для анализа. Опыт работы с библиотеками машинного обучения и базами данных, а также знание инструментов обработки текстовой информации необходимы для эффективного выполнения его обязанностей. Data Engineer применяет системный подход к работе и всегда учитывает конечные бизнес-задачи, что делает его важной частью команды, способствующей успешной реализации проектов. Как и в случае с Data Scientist, работа в команде и умение учиться являются неотъемлемыми составляющими профессионального развития.

Хотя профессии Data Scientist и Data Engineer иногда путают, их функции значительно отличаются. Data Engineer — это в первую очередь прикладная роль, задача которой заключается в создании инфраструктуры для обработки и хранения данных. В то время как Data Scientist часто выполняет более творческую и аналитическую работу, разрабатывая и обучая модели машинного

обучения, что позволяет оптимизировать бизнес-процессы и выявлять скрытые закономерности.

В дополнение к этим профессиям, растет спрос на фронтенд- и бэкенд-разработчиков, которые играют ключевую роль в создании веб-приложений. Фронтенд-разработчик отвечает за разработку пользовательского интерфейса, что требует знаний нескольких языков программирования и уверенного владения HTML и CSS. Опыт работы с UX/UI, а также понимание работы прототипов интерфейса являются немаловажной частью его работы. На другой стороне находится бэкенд-разработчик, который сосредоточен на программной части приложения. Он должен владеть навыками работы с базами данных и знаниями жизненного цикла HTTP-запросов.

Профессии, связанные с IT и разработкой, такие как разработчик игр, Full-stack разработчик, эксперт по облачным инфраструктурам, специалист по информационной безопасности, IoT-разработчик, проектировщик нейроинтерфейсов и цифровой лингвист, становятся все более актуальными и востребованными.

Разработчик игр – это роль, которая требует талантливых специалистов, знающих несколько языков программирования и умеющих применять на практике этапы построения игрового процесса и игровых миров. Успех в этой области зависит от опыта компьютерного моделирования, а также от наличия игрового стажа, что помогает разработчику понять потребности и предпочтения игроков. Умение писать техническую документацию и представлять идеи в понятной форме позволяет разработчику эффективно общаться с командой, что является важным фактором в создании качественного продукта. Как и во многих современных профессиях, работа в команде и способность к обучению становятся необходимыми навыками для разработчиков игр.

Full-stack разработчик сочетает в себе навыки как фронтенд-, так и бэкенд-разработчика. Он должен знать несколько языков программирования и иметь опыт верстки HTML, CSS. Владение инструментами анализа сетевого взаимодействия, знание протоколов информационной безопасности и систем управления базами данных делает его универсальным специалистом, который способен справляться со всеми этапами разработки веб-приложений. Также важно умение работать с UX/UI и прототипами интерфейса, чтобы создавать удобные и функциональные цифровые продукты. В этой роли, как и в других современных профессиях, работа в команде и умение учиться являются ключевыми факторами успешной карьеры.

Появление новых технологий требует создания еще более специфичных профессий. Эксперт по облачным инфраструктурам проектирует, внедряет и поддерживает виртуальные инфраструктуры данных, обеспечивая компании гибкость и масштабируемость. Специалист по информационной безопасности

защищает ценные данные от утечек и других угроз, что становится критически важным в условиях растущих киберугроз. IoT-разработчик занят созданием решений для умного дома, облегчая повседневную жизнь пользователей с помощью соединенных устройств. Не менее захватывающими являются профессии, которые только начинают набирать популярность. Проектировщик нейроинтерфейсов разрабатывает интерфейсы, совместимые с нервной системой человека, что откроет новые горизонты в управлении компьютерами и роботами. Цифровой лингвист создает лингвистические системы для перевода, учитывая контекст и смысл, а также разрабатывает новые интерфейсы общения между человеком и машиной на естественных языках.

Следовательно, для успешной работы в любой из этих новых профессий важно знать несколько языков программирования и уметь самостоятельно учиться [4]. Способность работать в команде становится необходимым условием для достижения качественного результата, так как современные проекты часто требуют взаимодействия специалистов из различных областей.

Таким образом, с быстрым развитием технологий и изменением требований к рабочей силе, рынок труда претерпевает значительные трансформации. Новые профессии открывают широкие перспективы для профессионалов, стремящихся развиваться и осваивать современные навыки в условиях конкурентного рынка. Они требуют гибкости, высокой квалификации и способности постоянно адаптироваться к изменениям. Успех в этих областях зависит от готовности к обучению и умения работать в команде, что остается основополагающим в условиях быстро меняющегося цифрового мира.

Источники

1. Хаджиева Л.К., Халидов А.А., Хагаева А.В. Цифровизация и автоматизация производства в российской экономике // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 443-446.

2. Зарипова Р.С., Возиянова Н.Ю., Чупаев А.В. Наставничество: инновационный и гибкий подход к профессиональному обучению // Научное обозрение. Серия 2: Гуманитарные науки. 2024. № 1. С. 109-117.

3. Янова О.Ю., Бексултанова А.И., Новикова Е.В. Человеческий капитал: научные подходы и состояние его формирования в России // Экономика и предпринимательство. 2024. № 3 (164). С. 119-122.

4. Рочева О.А., Зарипова Р.С. Подготовка IT специалистов для предприятий малого бизнеса // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы Девятнадцатой открытой Всероссийской конференции. Москва, 2021. С. 311-312.

УДК 004

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЛЕКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Рябов Игорь Дмитриевич, Луговая Татьяна Евгеньевна, Денисенко Вера Константиновна
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
RiabovID@mpei.ru

Аннотация. В статье рассматривается концепция разработки интеллектуальной информационной системы для автоматизированной генерации тестовых заданий на основе анализа лекционных материалов. Предлагаемое решение направлено на упрощение процесса создания тестов для преподавателей и повышение качества образовательных материалов. В работе описаны ключевые этапы разработки системы, включая выбор модели глубокого обучения, дообучение на специализированных данных, интеграцию в веб-приложение и анализ полученной системы.

Ключевые слова: Автоматизированная генерация тестов, лекционные материалы, интеллектуальные информационные системы, искусственный интеллект в образовании, генерация вопросов, обработка естественного языка (NLP), модели глубокого обучения, DeepSeek-V3, образовательные технологии, автоматизация образовательных процессов, тестовые задания, анализ текста, дообучение моделей, веб-приложение для образования.

AUTOMATED GENERATION OF TEST TASKS BASED ON THE ANALYSIS OF LECTURE MATERIALS USING INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS

Ryabov Igor Dmitrievich, Lugovaia Tatiana Evgenevna, Denisenko Vera Konstantinovna
MPEI, Moscow, Russia
RiabovID@mpei.ru

Abstract. The article deals with the concept of developing an intelligent information system for automated generation of test tasks based on the analysis of lecture materials. The proposed solution is aimed at simplifying the process of test generation for teachers and improving the quality of educational materials. The paper describes the key stages of system development, including the selection of deep learning model, pre-training on specialized data, integration into a web application and analysis of the resulting system.

Keywords: Automated test generation, lecture materials, intelligent information systems, artificial intelligence in education, question generation, natural language processing (NLP), deep

learning models, DeepSeek-V3, educational technology, automation of educational processes, test cases, text analysis, pre-learning models, web application for education.

Современное образование сталкивается с рядом вызовов, связанных с увеличением объёмов учебных материалов и необходимостью их оперативной обработки. Одной из ключевых задач является создание тестовых заданий, которые позволяют оценить уровень знаний студентов. Однако ручное создание тестов требует значительных временных затрат и не всегда обеспечивает объективность оценки. В связи с этим актуальной становится разработка автоматизированных систем, способных генерировать тестовые задания на основе анализа лекционных материалов [1].

На данный момент на рынке отсутствуют готовые решения, которые бы полностью автоматизировали процесс создания тестов с использованием современных методов искусственного интеллекта. Существующие системы либо ограничены в функциональности, либо требуют значительных усилий для настройки и адаптации. В данной статье предлагается концепция интеллектуальной информационной системы, которая сможет решить эти проблемы.

Существующие методы генерации тестовых заданий можно разделить на несколько категорий. Методы, основанные на правилах, используют заранее определённые шаблоны для создания вопросов. Например, система AutoQuestion генерирует вопросы на основе синтаксического анализа текста, используя шаблоны для создания вопросов типа "Что такое X?" или "Почему происходит Y?". Такие методы просты в реализации, но обладают низкой гибкостью и не могут адаптироваться к новым типам текстов. Статистические методы анализируют частотность слов и фраз в тексте, чтобы выделить ключевые концепции и сгенерировать вопросы. Например, система QG-STATS использует TF-IDF для выделения ключевых слов и генерации вопросов. Эти методы работают с большими объёмами текста, но часто генерируют вопросы низкого качества, особенно если речь идёт о сложных темах.

Методы машинного обучения, особенно модели глубокого обучения, позволяют генерировать более сложные и контекстуально релевантные вопросы. Например, система T5-QG использует модель T5 (Text-To-Text Transfer Transformer) [2] для генерации вопросов. Такие методы демонстрируют высокое качество генерации, но требуют значительных вычислительных ресурсов и большого объёма данных для обучения. Гибридные методы сочетают в себе подходы, основанные на правилах, и методы машинного обучения. Например, система Hybrid-QG комбинирует правила для выделения ключевых слов и модель BERT для генерации вопросов. Такие методы более гибкие, но сложны в реализации и требуют тщательной настройки [3].

На рынке также существуют коммерческие решения, такие как Quizlet и Kahoot!, которые позволяют создавать тесты, но не поддерживают автоматическую генерацию сложных вопросов. Эти системы удобны в использовании, но их функциональность ограничена. Стоит отметить, что каждый ресурс предлагает экспортировать готовые тесты в своём формате. В предлагаемой системе планируется реализовать выбор формата экспортируемых данных, а также добавление собственных пожеланий для формирования теста для получения более релевантного результата.

Предлагаемая система представляет собой практическое решение для автоматизированной генерации тестовых заданий на основе анализа лекционных материалов. Основу системы составляет использование современных моделей глубокого обучения, таких как DeepSeek-V3, которые способны анализировать текстовые данные и генерировать осмысленные, контекстуально релевантные вопросы. Этот подход позволяет не только автоматизировать процесс создания тестов, но и повысить их качество за счёт адаптации модели под специфику образовательных материалов. До начала разработки планируется провести опрос потенциальных пользователей системы в формате CustDev для формирования технического задания и требований [4].

Ключевым этапом разработки является сбор и предобработка данных. Для обучения модели будет создан специализированный датасет, включающий лекционные материалы и соответствующие тестовые вопросы. Далее модель DeepSeek-V3 будет дообучена на этом датасете, что позволит адаптировать её под задачи генерации тестов. Процесс дообучения включает несколько этапов: подготовку данных, настройку гиперпараметров модели и оценку качества генерации с использованием метрик BLEU и ROUGE. Эти метрики позволяют количественно оценить, насколько сгенерированные вопросы соответствуют исходному тексту и насколько они релевантны для образовательных целей [5].

Система будет состоять из нескольких частей. Серверная часть будет на Python с FastAPI и будет заниматься обработкой загруженных файлов, анализом текста и созданием вопросов по запросу пользователя. Клиентская часть, разработанная с использованием JavaScript и фреймворка Bootstrap, предложит удобный интерфейс для загрузки лекций и показа созданных тестов. Интеграция модели машинного обучения на сервере обеспечит быструю и точную генерацию вопросов [6]. Предполагается, что сформированные тесты можно будет легко выгрузить в удобном для пользователя формате с помощью удобного интерфейса.

Важным аспектом разработки является оценка качества работы системы. Помимо метрик BLEU и ROUGE, планируется провести экспертный анализ с участием преподавателей, чтобы оценить, насколько сгенерированные вопросы соответствуют образовательным стандартам и требованиям. Это позволит не

только улучшить модель, но и адаптировать её под нужды конкретных учебных заведений.

Ожидается, что система сможет генерировать тестовые вопросы, которые будут релевантны содержанию лекций, разнообразны по типу и адаптированы под уровень сложности. Преимущества системы включают экономию времени преподавателей, объективность оценки и гибкость в адаптации под разные предметы и уровни сложности. Разработка интеллектуальной информационной системы для автоматизированной генерации тестовых заданий представляет собой актуальную задачу, которая может значительно упростить процесс создания образовательных материалов. Предлагаемая система, основанная на модели DeepSeek-V3, способна решить проблемы, связанные с ручным созданием тестов, и повысить качество образовательного процесса. В дальнейшем планируется расширение функциональности системы, включая поддержку большего количества форматов файлов и интеграцию с системами управления обучением (LMS).

Источники

1. Бордовский Г.А. Современное образование: какое оно? // Universum: Вестник Герценовского университета. 2012. №1.
2. Куртасов А.М., Швецов А.Н. Метод автоматизированной генерации контрольно-тестовых заданий из текста учебных материалов // Вестник Череповецкого государственного университета. 2014. №7. С. 60.
3. Маслова М.А. Обзор существующих методов автоматической генерации тестовых заданий на естественном языке // Computational nanotechnology. 2023. №4.
4. Удальцова Н.Л. Особенности проведения Customer Development в процессе коммерциализации минимального жизнеспособного продукта // Экономика, предпринимательство и право. 2024. Т. 14, №1.
5. Васильев А.А., Нестеров А.С. Применение алгоритмов формирования вопросов по тексту для автоматической генерации тестов // Вестник кибернетики. 2023. №3.
6. Как создать и развернуть приложение на FastAPI: быстрый и простой деплой с Apps // Timeweb Cloud URL: https://timeweb.cloud/tutorials/python/kak-razvernut-prilozhenie-na-fastapi (дата обращения: 25.03.2025).

УДК 005.5:004.89

БУДУЩЕЕ МЕНЕДЖМЕНТА: СИМБИОЗ ЧЕЛОВЕКА И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Салемгараева Лиана Ленаровна, Баширова Диана Равкатовна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
lsalemgarayeva@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию трансформации управленческих практик под влиянием искусственного интеллекта. Современные вызовы, связанные с увеличением объема данных, необходимостью быстрого принятия решений и растущей сложностью бизнес-процессов, требуют пересмотра традиционных подходов к управлению. На основе анализа последних исследований и кейсов внедрения предлагаются модели эффективного взаимодействия человека и алгоритмов в управленческой деятельности, а также рассматриваются потенциальные риски и ограничения такой интеграции.

Ключевые слова: искусственный интеллект, менеджмент, управление, цифровая трансформация, гибридные системы.

THE FUTURE OF MANAGEMENT: THE SYMBIOSIS OF MAN AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Salemgarayeva Liana Lenarovna, Bashirova Diana Ravkatovna
KSPEU, Kazan, Russia
lsalemgarayeva@bk.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the transformation of management practices under the influence of artificial intelligence. Modern challenges related to the increasing volume of data, the need for rapid decision-making and the growing complexity of business processes require a revision of traditional management approaches. Based on the analysis of recent research and implementation cases, models of effective interaction between humans and algorithms in management activities are proposed, as well as potential risks and limitations of such integration are considered.

Keywords: artificial intelligence, management, management, digital transformation, hybrid systems.

Сегодня многие компании уже активно используют ИИ для автоматизации рутинных процессов, анализа больших объемов данных и принятия решений. Однако вопрос о том, насколько глубоко ИИ сможет проникнуть в сферу управления, остается открытым. С одной стороны, автоматизация позволяет

существенно повысить эффективность работы организаций, снизить затраты и минимизировать ошибки. С другой стороны, существует риск утраты контроля над процессами, особенно в тех областях, где важны креативность, интуиция и эмоциональная составляющая.

Согласно исследованию, проведенному компанией McKinsey & Company, к 2030 году около 30% рабочих мест в сфере управления могут быть автоматизированы с помощью ИИ [1]. Это означает, что многие традиционные функции менеджеров будут выполняться машинами. Тем не менее, авторы исследования подчеркивают, что полная замена людей ИИ маловероятна. Скорее всего, произойдет перераспределение ролей: менеджеры сосредоточатся на стратегических задачах, требующих творческого подхода и человеческого взаимодействия, тогда как рутинные операции перейдут к машинам.

Одним из главных преимуществ интеграции ИИ в менеджмент является возможность обработки огромных массивов данных в режиме реального времени. Машины способны анализировать информацию быстрее и точнее, чем человек, что позволяет принимать более обоснованные решения. Например, системы машинного обучения могут прогнозировать спрос на продукцию, оптимизировать цепочки поставок и выявлять потенциальные риски задолго до их возникновения.

Кроме того, ИИ помогает улучшить коммуникацию внутри организации. Платформы для совместной работы, такие как Slack и Microsoft Teams, уже сейчас интегрируют элементы искусственного интеллекта, чтобы упростить взаимодействие между сотрудниками и автоматизировать выполнение некоторых задач. В будущем эти технологии станут еще более продвинутыми, позволяя менеджерам эффективнее координировать работу команд и оперативно реагировать на изменения.

Еще одним важным аспектом является повышение качества обслуживания клиентов. ИИ-системы, такие как чат-боты и виртуальные ассистенты, способны быстро обрабатывать запросы пользователей, предоставляя персонализированные рекомендации и решения проблем. Это снижает нагрузку на сотрудников службы поддержки и улучшает клиентский опыт.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение ИИ в управление сопряжено с рядом вызовов и рисков. Одним из наиболее серьезных является проблема этики и конфиденциальности. Автоматизированные системы могут собирать и анализировать огромные объемы персональных данных, что вызывает опасения относительно защиты частной жизни и безопасности информации. Важно разработать четкие правила и стандарты, регулирующие использование ИИ в управлении, чтобы избежать злоупотреблений и нарушений прав человека.

Другая проблема связана с изменением структуры занятости. Как отмечалось ранее, автоматизация приведет к сокращению числа традиционных менеджерских позиций. Это потребует от работников приобретения новых навыков и адаптации к новым условиям труда. Компании должны будут инвестировать в обучение и переподготовку персонала, чтобы обеспечить плавный переход к новой модели управления.

Также стоит учитывать, что ИИ пока не способен заменить человеческие способности к эмпатии, креативности и стратегическому мышлению. Эти качества остаются ключевыми для успешного руководства организациями, особенно в условиях неопределенности и быстрых изменений. Поэтому важно найти баланс между использованием технологий и сохранением человеческих ценностей в управлении.

В ближайшие годы мы можем ожидать дальнейшего углубления сотрудничества между человеком и ИИ в менеджменте. Технологии будут развиваться, становясь все более интеллектуальными и адаптивными. Появятся новые инструменты для поддержки принятия решений, аналитики и коммуникации. В то же время возрастет роль человека как стратегического лидера, способного видеть общую картину и направлять развитие организации в нужное русло.

Важно отметить, что успех внедрения ИИ в управление зависит не только от технических возможностей, но и от готовности общества принять эти изменения. Необходимо проводить образовательные программы, направленные на повышение цифровой грамотности среди руководителей и сотрудников, а также разрабатывать нормативную базу, обеспечивающую защиту прав и интересов всех участников процесса.

Как студент, изучающий современные тенденции в менеджменте, я хочу предложить новую концепцию – "Адаптивное совместное управление", которая могла бы стать следующим этапом эволюции управленческих систем. Эта модель предполагает создание динамической системы взаимодействия между человеком и ИИ, где роли постоянно перераспределяются в зависимости от контекста и сложности задач.

Суть концепции адаптивного совместного управления.

Трехуровневая система принятия решений:

Уровень 1 (Автоматизированный): ИИ полностью управляет рутинными процессами (отчетность, мониторинг KPI);

Уровень 2 (Совместный): Человек и ИИ совместно анализируют данные и вырабатывают варианты решений (например, при планировании маркетинговых кампаний);

Уровень 3 (Человеческий): Стратегические решения принимаются человеком на основе рекомендаций ИИ, но с учетом нематериальных факторов (корпоративная культура, этические соображения);

Симбиоз человека и ИИ в менеджменте представляет собой перспективное направление развития, обладающее огромным потенциалом для повышения эффективности и конкурентоспособности организаций. Однако для успешной реализации этого потенциала необходимо учитывать множество факторов, включая этические аспекты, изменение структуры занятости и сохранение человеческих ценностей. Только сбалансированный подход позволит достичь гармонии между технологиями и людьми, создавая условия для устойчивого роста и развития.

Источники

1. Harrysson R. Artificial Intelligence: The Next Digital Frontier // McKinsey Global Institute. 2017. P. 52-53.

2. T. H. Davenport, N. Kirby The Future of Management in the Age of AI // Harvard Business Review. 2019. p. 14.

3. Bughin J. How Artificial Intelligence Will Transform Management // World Economic Forum. 2020. p. 32.

4. P. Daugherty, H. J. Wilson Human + Machine: Reimagining Work in the Age of AI // Deloitte Insights. 2018. p. 98.

5. Юсупова А. С. Изучение влияния эмоционального интеллекта руководителя организации на его способность реализовывать стратегии трансформационного лидерства / А. С. Юсупова, Л. Л. Тимофеева, Е. В. Чугунова // Высшее образование сегодня. 2025. № 1. С. 98-103. DOI 10.18137/RNU.HET.25.01.P.098.

УДК 004.8, 378.147.88

АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Селькин Егор Андреевич
Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, г. Елец, Россия
selkin.egor2016@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы использования искусственного интеллекта для контроля знаний студентов по дисциплине. Обосновывается актуальность применения искусственного интеллекта для повышения эффективности и индивидуализации образовательного процесса. Особое внимание уделяется вопросам адаптации к индивидуальным потребностям, объективности оценивания и этическим аспектам применения. Предложены направления для дальнейших исследований и разработок в данной области, связанные с повышением качества образования.

Ключевых слов: искусственный интеллект, контроль знаний, персонализация обучения, образовательный процесс.

ASPECTS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO CONTROL STUDENTS' KNOWLEDGE OF THE DISCIPLINE

Selkin Egor Andreevich
Bunin Yelets State University, Yelets, Russia
selkin.egor2016@yandex.ru

Abstract. The issues of using artificial intelligence to control students' knowledge in the discipline are considered. The relevance of the use of artificial intelligence for improving the effectiveness and individualization of the educational process is substantiated. Special attention is paid to the issues of adaptation to individual needs, the objectivity of assessment and the ethical aspects of AI application. Options for further research and development in this area aimed at improving the quality of education are proposed.

Keywords: artificial intelligence, knowledge control, learning personalization, educational process.

В современном образовательном процессе, характеризующемся стремительным ростом объемов информации и индивидуализацией обучения, эффективные системы контроля знаний играют важную роль. Традиционные методы оценки, такие как тесты и экзамены, часто не позволяют в полной мере оценить глубокое понимание материала и индивидуальные потребности каждого

студента. В связи с этим применение искусственного интеллекта (ИИ) предполагает новые возможности для разработки интеллектуальных и адаптивных систем контроля знаний, способных значительно повысить эффективность обучения. Проблемы и перспективы применения ИИ в образовании рассмотрены в [1–3]. В настоящей работе рассмотрены некоторые аспекты использования искусственного интеллекта для контроля знаний студентов по дисциплине.

При применении технологий ИИ в системах контроля знаний могут использоваться различные возможности ИИ. В частности, ИИ позволяет системе адаптироваться к уровню знаний каждого студента, предлагая более сложные или простые вопросы в зависимости от его ответов. В этом случае обеспечивается персонализированный подход, который стимулирует обучение и поддерживает интерес к дисциплине. Кроме того, ИИ может оценивать ответы студентов на основе четких критериев, минимизируя субъективность, присущую оценке преподавателем. Также ИИ автоматизирует процесс оценивания, освобождая время преподавателей для более важных задач, таких как разработка учебных материалов и индивидуальная работа со студентами. ИИ может анализировать ответы студентов для выявления пробелов в знаниях и предоставления обратной связи как студентам, так и преподавателям. ИИ позволяет оценивать широкий спектр знаний и навыков, включая не только факты и определения, но и способность анализировать, синтезировать и применять знания на практике**.**

Типичная архитектура системы контроля знаний на основе ИИ состоит из следующих ключевых компонентов:

– база знаний, которая содержит структурированную информацию о дисциплине, включая учебные материалы, определения, концепции, взаимосвязи между ними и примеры практического применения;

– генератор вопросов, отвечающий за генерацию вопросов различных типов (множественный выбор, открытые вопросы, эссе, практические задачи) на основе базы знаний и целей обучения. ИИ может использовать различные техники, такие как генерация на основе шаблонов, генерация на основе правил и генерация на основе нейронных сетей.

– модуль оценки ответов, который оценивает ответы студентов на основе различных критериев, таких как правильность, полнота, логичность и ясность. Для оценки открытых вопросов и эссе могут использоваться методы обработки естественного языка (NLP), такие как семантический анализ и анализ тональности;

– адаптивный механизм обучения, корректирующий сложность вопросов и учебный материал в зависимости от успехов и ошибок студента. Указанный

механизм может использовать различные алгоритмы машинного обучения, такие как байесовские сети, нейронные сети и системы рекомендаций;

– модуль обратной связи, который предоставляет студентам детальную обратную связь о их успехах и ошибках, указывая на пробелы в знаниях и предлагая рекомендации по дальнейшему обучению;

– интерфейс пользователя, обеспечивающий удобный и интуитивно понятный интерфейс для студентов и преподавателей.

Для разработки интеллектуальной системы контроля знаний студентов по дисциплине могут быть использованы различные технологии ИИ, в частности, для анализа текстовых ответов студентов, выявления ключевых понятий и определения смысла текста используется обработка естественного языка (NLP). Для адаптации системы к индивидуальным потребностям студентов, прогнозирования их успеваемости и выявления пробелов в знаниях могут применяться технологии машинного обучения (ML). Экспертные системы можно использовать для создания правил и знаний, используемых для оценки ответов и предоставления обратной связи, рекомендательные системы – для предоставления студентам персонализированных рекомендаций по дальнейшему обучению. Нейронные сети могут быть использованы для обработки сложных данных, таких как изображения и звук, а также для выявления скрытых закономерностей в ответах студентов.

В качестве примера использования ИИ для контроля знаний можно привести адаптивное тестирование, в котором применяются технологии машинного обучения для подбора вопросов, соответствующих уровню знаний студента. Также примером использования ИИ является виртуальный помощник для обучения, в котором NLP применяются для предоставления студентам ответов на вопросы и помощи в решении задач. Кроме того, примером применения ИИ для контроля знаний является анализ данных об успеваемости, в котором используются технологии машинного обучения для выявления факторов, влияющих на успеваемость студентов, и прогнозирования их результатов.

Несмотря на развитие технологий ИИ, разработка и внедрение систем контроля знаний на основе ИИ связаны с определенными проблемами. В частности, возникает проблема сложности разработки, поскольку требуются высококвалифицированные специалисты в области ИИ, обработки естественного языка и машинного обучения. Также появляется проблема больших объемов данных, так как для обучения моделей ИИ требуется большой объем качественных данных об ответах студентов. Проблема предвзятости характеризуется тем, что модели ИИ могут быть предвзятыми, если они обучены на нерепрезентативных данных. Кроме того, необходимо учитывать этические

аспекты использования ИИ в образовании, такие как конфиденциальность данных и справедливость оценки.

Однако, несмотря на существующие проблемы, связанные со сложностью разработки, необходимостью обработки больших объемов данных и этическими аспектами, внедрение систем контроля знаний на основе ИИ является эффективным. Разработка таких систем представляет перспективное направление в современном образовании. Применение ИИ позволяет создавать адаптивные, объективные и автоматизированные системы оценки, которые способствуют более эффективному обучению и индивидуализации образовательного процесса.

Таким образом, в статье рассмотрены некоторые аспекты использования искусственного интеллекта для контроля знаний студентов по дисциплине. В дальнейшем системы контроля знаний на основе ИИ будут играть важную роль в подготовке квалифицированных специалистов, способных решать сложные задачи в современном мире. Дальнейшие исследования и разработки в этой области направлены на повышение точности и надежности моделей ИИ, обеспечение прозрачности и справедливости оценки, а также создание удобных и интуитивно понятных интерфейсов для пользователей. Внедрение таких систем сопровождается обучением преподавателей и студентов с учетом их потребностей и умений. В этом случае можно будет использовать возможности ИИ для повышения качества образования и подготовки конкурентоспособных специалистов.

Источники

1. Садыкова А.Р., Левченко И.В. Искусственный интеллект как компонент инновационного содержания общего образования: анализ мирового опыта и отечественные перспективы // Вестник РУДН. Серия Информатизация образования. 2020. Т. 17. № 3. С. 201–209.

2. Коровникова Н.А. Искусственный интеллект в современном образовательном пространстве: проблемы и перспективы // Социальные новации и социальные науки. 2021. № 2(4). С. 98–113.

3. Видова Т.А., Романова И. Н. Возможности применения технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе // Образовательные ресурсы и технологии. 2023. № 1(42). С. 27–35.

УДК 159.9:004.8

КОГНИТИВНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ В ЭПОХУ НЕЙРОСЕТЕЙ: КАК АЛГОРИТМЫ ФОРМИРУЮТ МЫШЛЕНИЕ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ

Сепаева Виктория Сергеевна, Ямалов Булат Радикович, Якупов Зуфар Ясавиевич
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
sepaevaviktoria@gmail.com

Аннотация. В статье исследуется трансформация когнитивных процессов в условиях цифровизации образования. Анализируются ключевые когнитивные искажения, возникающие при взаимодействии с нейросетевыми технологиями. Предлагается комплексный подход к минимизации негативных последствий.

Ключевые слова: когнитивные искажения, нейросети, цифровое образование, алгоритмизация, критическое мышление.

COGNITIVE BIASES IN THE AGE OF NEURAL NETWORKS: HOW ALGORITHMS SHAPE THINKING AND DECISION-MAKING

Sepaeva Victoria Sergeevna, Yamalov Bulat Radikovich, Yakupov Zufar Yasavievich
KSPEU, Kazan, Russia
sepaevaviktoria@gmail.com

Abstract. The article examines the transformation of cognitive processes in the context of digitalization of education. Key cognitive biases arising from interaction with neural network technologies are analyzed. A comprehensive approach to minimizing negative consequences is proposed.

Keywords: cognitive biases, neural networks, digital education, algorithmization, critical thinking.

Современный этап цифровой трансформации образования характеризуется созданием принципиально новой учебной среды, где нейросетевые технологии становятся важнейшим элементом образовательного процесса. Наряду с очевидными преимуществами, это преобразование вызывает серьезные изменения в познавательной сфере, существенно влияя как на усвоение знаний, так и на развитие личности. Данное исследование ставит целью не только выявить потенциальные риски цифровизации обучения, но и предложить сбалансированный подход к внедрению ИИ технологий, обеспечивающий сохранение познавательных способностей и гармоничное развитие учащихся.

Современные технологии коренным образом изменяют механизмы усвоения знаний, формируя новые когнитивные паттерны, при этом одним из наиболее значимых феноменов цифровой эпохи выступает так называемый "эффект иллюзорной компетентности", возникающий при постоянном использовании поисковых систем. Парадоксальным образом, легкодоступность информации приводит не к углублению знаний, а к формированию ложного ощущения осведомленности, что подтверждается многочисленными исследованиями [1], причем нейрофизиологические механизмы адаптации способствуют перестройке процессов запоминания: вместо усвоения фактического содержания мозг фиксирует преимущественно алгоритмы доступа к информации, что неизбежно снижает качество когнитивной обработки материала. Указанный эффект находится в тесной взаимосвязи с феноменом когнитивного искажения, известным как эффект Даннинга-Крюгера, в цифровой образовательной среде это проявляется особенно ярко: учащиеся с недостаточным уровнем подготовки демонстрируют тенденцию к гипертрофированной оценке собственных познавательных возможностей, данная закономерность усиливается при поверхностном взаимодействии с цифровым контентом, когда отсутствует глубокая аналитическая обработка информации. Этот феномен особенно опасен в профессиональном образовании, где поверхностное понимание сложных технических дисциплин может привести к критическим ошибкам в реальной практике.

Алгоритмизация образовательного пространства порождает комплекс взаимосвязанных когнитивных деформаций, при этом персонализированные рекомендательные системы, основанные на анализе пользовательского поведения, формируют эффект "информационных капсул", искусственно ограничивающих познавательное пространство обучающегося, что проявляется в явлении, известном как предвзятость подтверждения, которое приводит к постепенной интеллектуальной изоляции, когда учащийся оказывается замкнут в рамках узкого круга идей и концепций.

Современные образовательные платформы, оптимизированные под количественные показатели вовлеченности, способствуют развитию фрагментарного восприятия информации, при этом формирующееся "клиповое мышление" существенно снижает способность к системному анализу и критической оценке материала, тогда как параллельно наблюдается феномен алгоритмического конформизма, выражающийся в некритическом принятии решений, предлагаемых интеллектуальными системами. Анализ данного явления позволяет выделить три взаимозависимых аспекта: когнитивное упрощение, проявляющееся в устойчивой тенденции замены самостоятельного анализа готовыми решениями, генерируемыми алгоритмами; поведенческую унификацию, выражающуюся в постепенной нивелировке индивидуальных

образовательных траекторий под воздействием массовых цифровых платформ; наиболее значимый – в условиях "фильтрующего пузыря" рекомендательных систем происходит неосознаваемое выравнивание мировоззренческих установок, что существенно ограничивает спектр личностного развития и профессионального самоопределения. Таким образом, цифровая образовательная среда, формирует комплекс когнитивных искажений, требующих системного осмысления и педагогической коррекции, при этом современные вызовы диктуют необходимость разработки новых образовательных стратегий, способных нивелировать негативные эффекты алгоритмизации при сохранении ее несомненных дидактических преимуществ.

Современные изменения в когнитивных процессах создают принципиально новые условия для личностного развития, трансформируя традиционные механизмы социализации и мышления, что требует кардинального пересмотра принципов взаимодействия между человеком и цифровыми системами в образовательном процессе. Согласно последним исследованиям [2], ответом на эти вызовы должна стать разработка интеллектуальных систем нового поколения, сочетающих три ключевых характеристики: прозрачность принимаемых решений с возможностью объяснения работы алгоритмов и визуализацией логики рекомендаций, адаптивность, направленную не просто на подстройку под пользователя, а на развитие его когнитивных способностей через постепенно усложняющиеся задания, встроенные механизмы развития саморефлексии через персонализированные упражнения и анализ индивидуальных особенностей мышления. Параллельно с технологическими решениями необходимо серьезное обновление педагогических подходов, где, как демонстрируют исследования [3], наиболее эффективным оказывается сбалансированное сочетание цифровых технологий с проверенными временем традиционными методами обучения, включающее специальные программы по развитию критического восприятия алгоритмизированного контента, обучение осознанному взаимодействию с системами искусственного интеллекта, гармоничную интеграцию цифровых и аналоговых форматов обучения с сохранением классических методов оценки знаний и периодическим "цифровым отдыхом", а также целенаправленное развитие навыков глубокой когнитивной обработки информации. Особую актуальность в этом контексте приобретает целенаправленное развитие уникальных человеческих компетенций – способности к комплексному решению проблем, эмоционального интеллекта и установления междисциплинарных связей, которые продолжают оставаться конкурентным преимуществом человека перед искусственным интеллектом и становятся ключевыми элементами образования [4, 5].

Реализация такого комплексного многоаспектного подхода открывает перспективы для минимизации негативных когнитивных последствий цифровизации образования при сохранении ключевых преимуществ индивидуализированного обучения, что подтверждает возможность формирования гармоничной образовательной системы нового типа, где передовые технологии выступают не в роли замещающего фактора, а становятся эффективным инструментом активизации и развития базовых когнитивных способностей человека, создавая тем самым оптимальные условия для преодоления характерных для цифровой эпохи когнитивных искажений, связанных с алгоритмизацией образовательного процесса и формированием специфических паттернов мышления под влиянием нейросетевых технологий, которые, несмотря на свои очевидные дидактические преимущества, требуют тщательного методологического осмысления и разработки соответствующих педагогических контрмер, направленных на сохранение критического мышления и когнитивной автономии обучающихся в условиях стремительно развивающейся цифровой образовательной среды, что в конечном итоге позволит достичь оптимального баланса между технологическими инновациями и сохранением фундаментальных принципов когнитивного развития личности.

Источники

1. The Decision Lab. The Google Effect [Электронный ресурс]. URL: https://thedecisionlab.com/biases/google-effect (дата обращения: 28.03.2025).

2. Holmes W., Bialik M., Fadel C., Kande M., Ravi K.S. Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework // International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2021.

3. Реморенко И.М., Патаракин Е.Д., Гриншкун В.В., Ярмахов Б.Б., Максименкова О.В. Современная "цифровая" дидактика / Под ред. Б.Б. Ярмахова. Москва: Грин Принт, 2022. 136 с.

4. Зарипова Р.С., Шакиров А.А. Роль когнитивных технологий в современном образовании // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2018. № 1-2 (11-12). С. 63-65.

5. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Когнитивные технологии и их роль в развитии современного общества // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 1 (19). С. 74-76.

УДК 372.8

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ СРЕДСТВАМИ ГЕНЕРАТИВНЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ

Соболева Елена Витальевна[1], Щедрина Елена Владимировна[2]
[1] Вятский государственный университет, г. Киров, Россия
sobolevaelv@yandex.ru
[2] Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия,
s4tormov@yandex.ru

Аннотация. В статье представлено исследование, направленное на выявление особенностей и дидактического потенциала включения сервисов генеративного контента в подготовку будущих учителей физики и информатики. К опытно-поисковой работе привлечены студенты 4 курса в рамках изучения материалов дисциплины «Теория и методика обучения информатике».

Ключевые слова: искусственный интеллект, генеративный контент, будущий педагог, онлайн-сервис, образовательная технология, методика обучения информатике.

IMPROVING THE QUALITY OF TRAINING FUTURE TEACHERS OF PHYSICS AND COMPUTER SCIENCE USING GENERATIVE NEURAL NETWORKS

Soboleva Elena V.[1], Shchedrina Elena V.[2]
[1]Vyatka State University, Kirov, Russia
sobolevaelv@yandex.ru
[2]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia,
s4tormov@yandex.ru

Abstract. The article presents a study aimed at identifying the features and didactic potential of including generative content services in the training of future teachers of physics and computer science. The 4th year students were involved in the experimental research work as part of the study of the materials of the discipline «Theory and methods of teaching computer science».

Keywords: artificial intelligence; generative content; future teacher; online service; educational technology; methods of teaching computer science.

По мнению экспертов ЮНЕСКО, искусственный интеллект имеет все возможности кардинально изменить не только принципы образования, но и сами

методы преподавания, способы обучения, организацию доступа к информации в цифровом пространстве научных знаний [1].

Как следствие, отмечают Е. К. Герасимова, Н. В. Гавриловская, Е. В. Соболева, Т. Н. Суворова, должна измениться и подготовка будущих учителей [2]. E. V. Soboleva, T. N. Suvorova, T. V. Masharova, E. V. Razova указывают, что правительством Российской Федерации к 2030 году планируется завершить внедрение интегральных цифровых платформ во всех основных отраслях: здравоохранении, образовании, промышленности, транспорте и государственном управлении [3]. Авторы аргументировано заключают, что высококвалифицированные специалисты должны быть способны проектировать и разрабатывать инновационные информационные продукты, предоставлять к ним свободный и равный доступ, организовывать новые формы взаимодействия с пользователями цифрового общества. E. V. Soboleva, T. N. Suvorova, T. V. Masharova, E. V. Razova по результатам аналитической деятельности определяет реальный разрыв между образованием преподавателей и практикой их работы в электронном пространстве.

Генеративные нейронные сети (Generative Neural Networks, GNN) – это тип нейронных сетей, которые способны создавать новые, ранее не существующие данные, такие как изображения, текст, аудио и видео. Они используются для генерации искусственного контента, который может быть практически неотличимым от реального [4].

Е. В. Щедрина, О. Н. Ивашова указывают, что использование искусственного интеллекта – это не только оснащение классов и аудиторий соответствующим оборудованием, но и смена образовательной парадигмы [5].

По мере внедрения ИИ-решений на место традиционным занятиям будет приходить разноформатное проектное обучение. Изменится и роль педагога. Возрастет его значимость как наставника, мотивирующего учеников к самостоятельной работе, обучающего приемам работы с информацией, поиску новых решений. Это связано с тем, что искусственный интеллект в образовании основан на использовании разнообразных приложений, включая интеллектуальных наставников, функциях персональной и оперативной обратной связи, контроля прогресса в обучении.

Итак, использование нейросетей в образовании сейчас на пике своей актуальности. С помощью нейронных сетей можно создавать презентации, видеоуроки, игры и изображения. Это связано с удобством использования и с оригинальностью результата. Действительно, итог запроса зависит от того, как пользователь сформулирует промпт. Разные нейросети будут выдавать разные результаты, и они будут достаточно разнообразны.

Далее рассмотрим примеры работы нейросетей по созданию растровых и векторных изображений. Их изучение и практическое применение в

образовательном контексте было реализовано при подготовке студентов направления подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). Уровень программы: бакалавриат. Профиль: «информатика и физика».

В рамках изучения материалов дисциплины «Теория и методика обучения информатике» будущие учителя Вятского государственного университета изучают различные нейросети. В том числе, и онлайн-сервисы, генерирующие изображения в формате «*.jpeg» или «*.png». Данный формат изображений можно просто и эффективно использовать в презентациях дидактического назначения.

Рассмотрим информационное взаимодействие с образовательной технологией на примере темы «Свободное падение тел». Здесь каждой из изучаемых нейросетей нужно будет создать изображение, которое, так или иначе, описывало бы это явление. Подробно опишем алгоритм на примере нейросети Midjourney.

Midjourney – популярный генератор картинок по текстовому описанию. Технически Midjourney – это не одна нейросеть, а две. Первая отвечает за обработку текста, а вторая – за картинки. Работа студентов проходит на сайте https://www.midjourney.com/explore?tab=top.

Инструкция для вводного занятия. Сайт по ссылке предоставляет доступ к нейросети на базе Midjourney. Для начала работы необходимо пройти авторизацию. Сделать это можно с помощью Google-аккаунта. Для пробного тестирования бесплатной версии существует возможность создать 10 проектов. Сервис на английском языке, но при создании изображения он понимает русский.

На главной странице сайт есть текстовое поле, куда необходимо вписать свой запрос. Важно: чем точнее указано описание изображения, которое хотите получить в результате, тем точнее нейросеть сгенерирует его.

Прежде чем создавать изображение будущие учителя изучали интерфейс площадки. Например, студенты отмечали, что данный сайт перед выдачей результата предлагает выбрать параметры изображения.

Параметр «Choose model» определяет в каком стиле пользователь получет изображение: normal – обычное, realistic – реалистичное изображение, anime – мультяшный стиль аниме, 3D animation – 3D анимация. Далее студенты в текстовом поле записывают описание изображения, которое хотят получить. Например, выбирают первый вариант.

Параметр «Aspect Ratio» определяет размер изображения. Будущие учителя физики и информатики могли, например, выбрать квадрат (1:1).

Параметр «Number of images» определяет количество изображений, которое требуется получить. В пробной версии доступно максимум 2

изображения. Например, для презентации педагогу достаточно одного изображения.

Итак, для нейросети был сформулирован запрос создать изображение «Явление свободного падения».

Преподаватель дисциплины сообщал студентам, что в общем виде существует следующий алгоритм работы Midjourney, как и большинства других нейросетей, по решению этой задачи:

Шаг 1. Первая нейросеть получает запрос и разбивает его на ключевые слова: «явление», «свободное», «падение».

Шаг 2. Затем она превращает слова в наборы цифр, которые называют векторами – так нейросеть сможет определить их смысл.

Шаг 3. Слова в виде векторов передаются на следующий слой нейросети, которая создаёт на их основе набросок будущей картинки.

Шаг 4. Набросок картинки поступает во вторую нейросеть, которая добавляет объектам более сложные детали – цвета, текстуру и освещение.

Шаг 5. Выходной слой улучшает качество изображения и выдаёт готовую картинку.

Итоговый результат по указанному ранее запросу представляет собой изображение человека в парашюте, который находится в свободном падении. И правда, как отмечают специалисты, с точки зрения физики в данный момент на тело действует свободное падение, с которым оно падает на землю.

Таким образом, нейросеть Midjourney сгенерировала изображение, которое полностью подходит под заданное описание.

Сформулируем выводы, которые озвучили участники представленной опытно-экспериментальной работы:

1. Использование данного способа о создании визуала способствует оригинальной подаче, которого больше ни у кого не будет. Чем интереснее описание запроса, тем интереснее результат.

2. Создание изображений с помощью нейросетей для презентаций поможет создать её интересный вид, что непременно заинтересует учеников. Всё зависит от фантазии педагога: на месте человека может оказаться персонаж из фильма, мультипликационного ролика или даже из компьютерной игры.

3. Создание изображений вручную требует временных затрат от педагога. Поиск изображений в Интернете, их использование – требует сохранения авторских прав.

Далее студенты использовали полученное изображение для титульного слайда презентации к уроку по теме «Свободное падение тел».

Источники

1. UNESCO’s action in education – 2030 [Электронный ресурс]. URL: https://www.unesco.org/en/education/action (дата обращения: 22.12.2024).

2. Герасимова Е. К., Гавриловская Н. В., Соболева Е. В., Суворова Т. Н. Исследование условий включения элементов геймификации в изучение основ алгоритмизации и программирования для повышения качества образовательных результатов обучающихся // Перспективы науки и образования. 2021. № 4(52). С. 461-477. DOI 10.32744/pse.2021.4.31.

3. Soboleva E. V., Suvorova T. N., Masharova T. V., Razova E. V. Studying the Influence of Gamification Tools on the Development of Emotional Intelligence as a Professionally Significant Property of the Teacher's Personality // European Journal of Contemporary Education. 2024. Vol. 13, №1. P. 268-282.

4. Соболева Е. В. Использование генеративных нейросетей в подготовке библиотекарей // Доктрины, школы и концепции устойчивого развития науки в современных условиях: сборник статей Международной научно-практической конференции, Омск, 17 февраля 2024 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2024. С. 105-107.

5. Щедрина Е. В. Применение генеративных нейросетей в обучении агроинженеров / Е. В. Щедрина, О. Н. Ивашова // Агроинженерия. 2024. Т. 26, №4. С. 75-80. DOI 10.26897/2687-1149-2024-4-75-80.

УДК 372.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ DEEPSEEK ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

Соколова Анна Николаевна, Шалагинова Надежда Владимировна
ФГБОУ ВО «ВятГУ», г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются возможности нейросети DeepSeek для генерации различных типов тестовых заданий для проверочной работы по теме «Перегрузка операторов на языке С++». Представлены результаты выполнения запросов и обсуждение способов улучшения качества сгенерированных формулировок.

Ключевые слова: обучение программированию; объектно-ориентированное программирование; формулировки задач; большие языковые модели, автоматическая генерация текстов.

USING DEEPSEEK CAPABILITIES TO COMPOSE VARIOUS TYPES OF TESTING AND MEASUREMENT MATERIALS

Sokolova Anna Nikolaevna, Shalaginova Nadezda Vladimirovna
VyatSU, Kirov, Russia

Abstract. The article discusses the capabilities of the DeepSeek neural network for generating various types of test tasks on the topic of "Operator Overloading in C++". The results of query execution and a discussion of ways to improve the quality of generated formulations are presented.

Keywords: programming training; object-oriented programming; problem statements; large language models, automatic text generation.

В последние годы к искусственному интеллекту (ИИ) приковано огромное внимание во всех сферах деятельности, в том числе в образовании. Естественными видятся попытки педагогов использовать ИИ для облегчения разработки учебно-методических и контрольно-измерительных материалов [1]. Большой потенциал заключается в том, что возможности ИИ не ограничиваются простым тиражированием заданий по некоторому шаблону, например, когда меняются только числовые параметры в однотипных задачах, но и позволяют получить новые формулировки. В данной статье исследуются возможности популярной нейросети для генерации тестовых заданий различного типа.

В качестве инструмента выберем нейросеть DeepSeek, которая в отличие от большинства других существующих решений пользователям доступна

бесплатно, т. е. не требует приобретать подписку, и практически не имеет ограничений по количеству и тематике запросов. По заявлениям разработчиков, нейросеть DeepSeek обучена писать тексты на естественном языке, анализировать документы и программировать.

Исходя из методических целей, можно определить типы заданий и вопросов, которые требуются для учебного курса, а затем – сгенерировать их с помощью запросов к DeepSeek.

Обычно работа с нейросетью начинается с формулировки темы, по которой нужно придумать задания и вопросы. Пусть требуется составить проверочную работу для студентов младших курсов вуза по теме «Перегрузка операторов на языке С++». Для неё нужны вопросы и задания, на которые можно получить быстрый ответ, чтобы проверочная работа занимала не более получаса. При этом, вариант задания должен содержать различные типы тестовых заданий [2]. Именно так и начнём диалог с нейросетью, а закончим первый промпт собственно запросом на получение задания: «Сформулируй первый вопрос. Вопрос должен быть открытым». Результат генерации представлен ниже, пунктуация и стиль текста сохранены.

Вопрос 1: Что такое перегрузка операторов в языке С++? Объясните, зачем она нужна и приведите пример ситуации, где перегрузка операторов может быть полезной.

Этот вопрос позволяет студентам продемонстрировать понимание базовой концепции перегрузки операторов и её практического применения.

Формулировка вопроса 1 предполагает достаточно развёрнутый ответ, который может потребовать достаточно много времени, поэтому в следующем промпте уточним, что нужно формулировать вопросы с вариантами ответов: «Второй вопрос на тему перегрузка операторов в языке программирования С++ должен иметь 4 варианта ответа, среди которых только один верный. Сформулируй такой вопрос и укажи правильный ответ».

Вопрос 2: Какой из следующих операторов *не может* быть перегружен в С++?

1. + (плюс)
2. :: (оператор области видимости)
3. == (оператор сравнения)
4. << (оператор вывода)

Правильный ответ: 2. :: (оператор области видимости)

Теперь для вопроса указывается правильный ответ. Далее не будем приводить ответы в тексте статьи, поскольку на основе предложенных промптов эксперимент может быть легко воспроизведён.

Следующий промпт: «Третий вопрос – это также вопрос с вариантами ответов, но верных ответов должно быть несколько».

Вопрос 3: Какие из следующих операторов *могут* быть перегружены в C++? (Выберите все верные варианты.)

1. && (логическое И)
2. ?: (тернарный оператор)
3. [] (оператор индексации)
4. new (оператор выделения памяти)

Правильные ответы:

1. && (логическое И)
2. [] (оператор индексации)
3. new (оператор выделения памяти)

Помимо формулировки вопроса и правильных ответов, нейросеть выводит объяснение, почему остальные предложенные варианты ответов не подходят.

Заметим, что DeepSeek выводит правильные ответы, не сохраняя их нумерацию. Такой формат подойдёт, если проверочная работа будет проводиться в виде электронного теста на платформе, где варианты ответов перемешиваются для каждого пользователя.

Продолжаем запросы к нейросети: «Четвёртый вопрос в проверочной работе на тему “Перегрузка операторов в языке программирования C++” – это вопрос на классификацию. Придумай вопрос, чтобы можно было как-то классифицировать операторы».

Вопрос 4: Классифицируйте следующие операторы C++ по их возможности перегрузки. Разделите их на две группы:

Могут быть перегружены

Не могут быть перегружены

Операторы:

1. + (плюс)
2. :: (оператор области видимости)
3. [] (оператор индексации)
4. ?: (тернарный оператор)
5. << (оператор вывода)
6. sizeof (оператор определения размера)

Подобный вопрос помогает студентам понять, какие операторы в языке C++ поддаются перегрузке, а какие – нет, и почему, что важно для целесообразного использования перегрузки операторов в практике программирования.

Можно заметить, что содержание первых четырёх сгенерированных вопросов не отличается разнообразием, используется примерно одинаковый набор операторов и одна идея. Вопросы 3 и 4 могут использоваться как один вопрос в разных вариантах проверочной работы.

Чтобы разнообразить вопросы, нужно задать DeepSeek новое направление для размышления: «Следующий вопрос должен начинаться со слов: "Расположи в правильном порядке ..." или "Укажи верный порядок следования ..."».

Вопрос 5: Расположите в правильном порядке этапы перегрузки оператора в C++:

1. Определить функцию перегрузки оператора (как член класса или как внешнюю функцию).
2. Реализовать логику работы оператора для пользовательского типа данных.
3. Выбрать оператор, который необходимо перегрузить.
4. Использовать перегруженный оператор в программе.

Заметим, что нейросеть продолжает сквозную нумерацию вопросов, не теряет контекст тематики заданий, однако при построении правильного порядка начинает путаться в нумерации, как будто сначала хотела перечислить исходные номера пунктов из вопроса, а потом расставила этапы в правильном порядке и пронумеровала их заново. Ниже показано, как выглядит ответ к вопросу 5, предложенный моделью.

Правильный порядок:

3. Выбрать оператор, который необходимо перегрузить.
1. Определить функцию перегрузки оператора (как член класса или как внешнюю функцию).
2. Реализовать логику работы оператора для пользовательского типа данных.
3. Использовать перегруженный оператор в программе.

Естественно, для использования такого вопроса требуется «вручную» скорректировать нумерацию пунктов в ответе.

Продолжим пробовать генерировать разные типы вопросов. Чтобы расширить спектр аспектов перегрузки операторов, укажем в промпте понятия, понимание которых требуется поверить у студентов: «Шестой вопрос на сопоставление. Придумай вопрос, в котором нужно сопоставить операторы и место их перегрузки. То есть, когда можно перегрузить оператор как член класса или как внешнюю функцию».

Получаем достаточно адекватную формулировку задания.

Вопрос 6: Сопоставьте операторы с наиболее подходящим способом их перегрузки: как *член класса* или как *внешняя функция*.

Операторы:

1. + (плюс)
2. << (оператор вывода)
3. = (оператор присваивания)
4. == (оператор сравнения)

Варианты:
А. Член класса
В. Внешняя функция

Этот вопрос помогает проверить понимание студентами, где и как перегружать операторы в зависимости от их назначения и контекста использования.

Наблюдается закономерность: чем более точно в промпте указаны понятия, которые должны использоваться в вопросе, тем более адекватную формулировку вопроса можно получить. Кроме того, можно использовать возможность генерировать код на языке программирования, например, для формулирования вопросов на заполнение пропусков в готовой программе на C++.

Современные нейросетевые модели позволяют генерировать вопросы разных типов: открытые, закрытые (с выбором одного варианта или множественным выбором, истинные/ложные утверждения), задания на сопоставление и классификацию и другие. Кроме того, нейросети позволяют адаптировать сложность вопросов под аудиторию, для которой составляются контрольно-измерительные материалы.

Для преподавателей автоматическая генерация с помощью нейросети значительно упрощает и ускоряет создание тестовых заданий, обеспечивая их разнообразие, адаптивность и объективность. С другой стороны, сгенерированные с помощью даже самых новых моделей вопросы всё ещё требуют проверки на корректность и отсутствие неоднозначностей.

Таким образом, в практику обучения внедрять нейросетевую генерацию можно как вспомогательный инструмент с обязательным контролем со стороны педагога.

Источники

1. Кручинин В. В., Кузовкин В. В. Обзор существующих методов автоматической генерации задач с условиями на естественном языке // Компьютерные инструменты в образовании. 2022. №1. С. 85–96.

2. Ефанова О. А. Форма тестовых заданий // Учёные записки ОГУ. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2018. №4 (81). С. 320–323.

УДК 621.438

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК СТУПЕНИ МАЛОРАЗМЕРНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА С ПОМОЩЬЮ ANSYS

Стецкая Татьяна Анатольевна
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия
steckaya_tatyana1@mail.ru

Аннотация. В ходе исследования выполнен численный расчет газодинамических характеристик малоразмерного центробежного компрессора на базе существующего прототипа. В процессе работы на основе ранее проведенных исследований выполнен расчет методом контрольных объёмов в ПО ANSYS с варьированием статического давления на выходе из ступени. На заключительном этапе проведён детальный анализ полученных данных, что позволило определить количественные показатели эффективности ступени и разработать рекомендации по оптимизации её геометрии для достижения более высоких эксплуатационных характеристик.

Ключевые слова. Численное моделирование, метод контрольных объемов, ступень центробежного компрессора, газодинамические характеристики, степень повышения давления, помпаж.

CALCULATION OF THE CHARACTERISTICS OF A SMALL-SIZED CENTRIFUGAL COMPRESSOR STAGE USING ANSYS

Stetskaya Tatyana Anatolyevna
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia
steckaya_tatyana1@mail.ru

Abstract. During the research, a numerical calculation of gas-dynamic characteristics of a small-sized centrifugal compressor based on an existing prototype was performed. In the course of the work, based on previous studies, a calculation using the control volume method in ANSYS software was carried out with varying static pressure at the stage outlet. In the final stage, a detailed analysis of the obtained data was conducted, which allowed determining quantitative performance indicators of the stage and developing recommendations for optimizing its geometry to achieve higher operational characteristics.

Keywords. Numerical modeling, control volume method, centrifugal compressor stage, gas-dynamic characteristics, pressure ratio, surge.

Работа посвящена получению газодинамической характеристики (рис. 1) ступени малоразмерного центробежного компрессора (ЦБК) на номинальной частоте вращения посредством численного моделирования. Расчеты проведены на основе предыдущих исследований [1] и [2], в которых была подготовлена геометрия трехмерных моделей элементов ступени компрессора, определены

допущения, построена расчетная сетка и заданы граничные условия для постановки задачи на расчет методом «контрольных объемов» с помощью ПО ANSYS. Модель рабочего колеса (РК) компрессора была получена перепрофилированием существующего прототипа с сохранением углов лопаток. Проведен анализ полученных результатов и выявлены методы повышения показателей эффективности работы ступени путем модернизации ее геометрии.

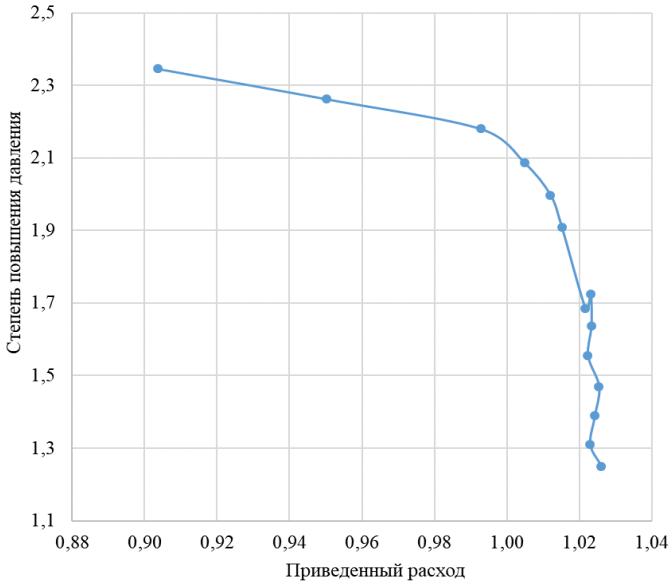


Рис. 1. Характеристика ступени компрессора

Газодинамическая характеристика получена при варьировании с каждой итерацией статического давления за спрямляющим аппаратом (СА) от 101325 Па до достижения максимального 230000 Па. При дальнейшем увеличении давления расчет начинает «разваливаться», что говорит о начале помпажа вследствие срыва потока с лопаток компрессора [3].

При данных частоте вращения и давлении КПД составляет 0.56, степень повышения давления – 2.35 при приведенном расходе 0.904. Основная причина низкого КПД – появление на спинке лопатки РК отрывов потока, возникающих вследствие не совершенности геометрии проточной части (рисунки 2-5).

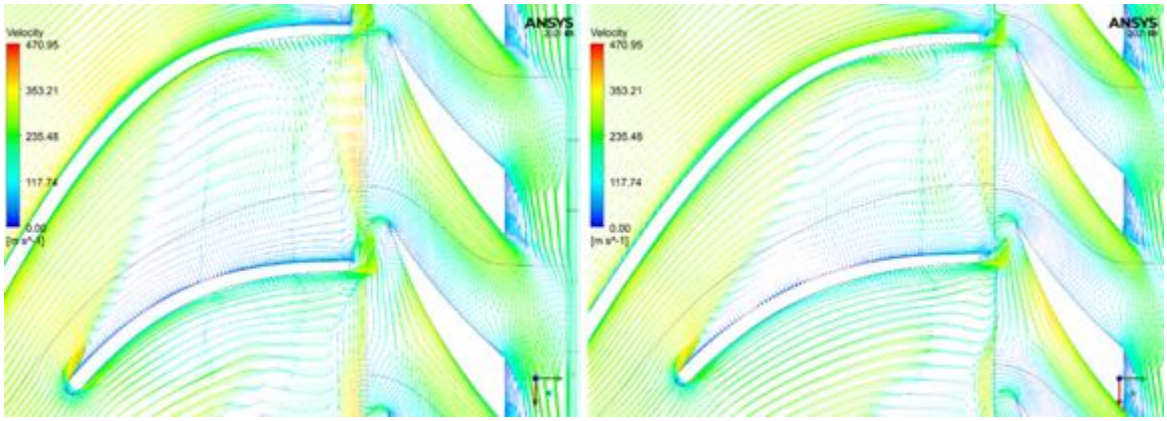


Рис. 2. Поле скоростей в решётке профилей ЦБК span=0.9 и 0.8

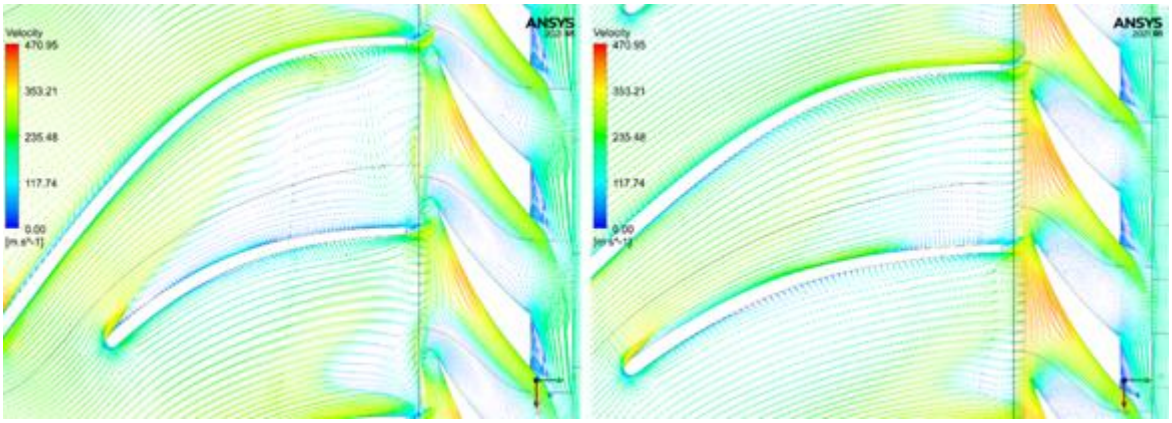


Рис. 3. Поле скоростей в решётке профилей ЦБК span=0.7 и 0.5

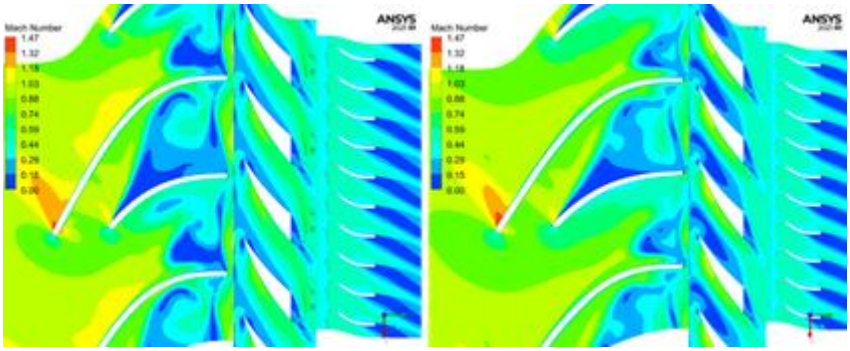


Рис. 4. Поле чисел Маха в решетке профилей ЦБК span=0.9 и 0.8

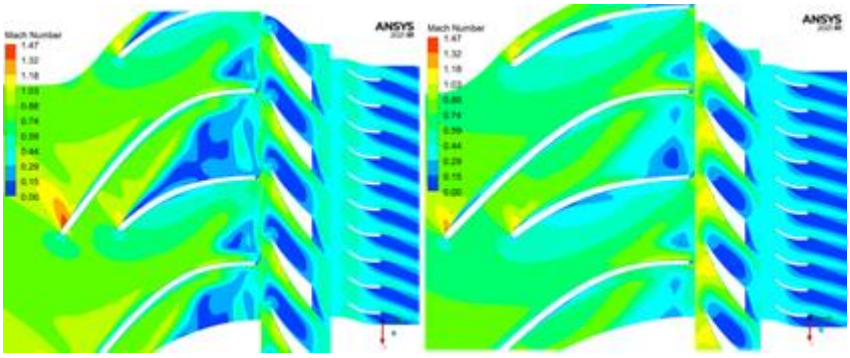


Рис. 5. Поле чисел Маха в решетке профилей ЦБК span=0.7 и 0.5

Отрывы ведут к резкому увеличению потерь в канале, следовательно, к снижению окружной скорости, необходимой для «проталкивания» газа далее по тракту, что, согласно исследованиям, является первопричиной помпажа [3].

Выявлен ряд возможных путей улучшения геометрии ступени компрессора [5]:

1. Повернуть лопатки лопаточного диффузора (ЛД) против часовой стрелки для уменьшения угла натекания потока, выходящего из РК для снижения угла атаки на ЛД;

2. Перепрофилировать РК с целью снижения изогнутости спинки лопатки РК с целью уменьшения отрывных течений на спинке лопатки РК:

- Удлинить хорду лопатки, не меняя углов входа и выхода. При этом возрастают кромочные потери, однако их влияние должно быть меньше отрывов потока со спинки;
- Сместить изогнутость лопатки ближе к входной кромке.

Векторное поле скоростей и поле чисел Маха в решетке профилей компрессора наглядно иллюстрируют значительные отрывы потока со спинок лопаток рабочего колеса, что ярче всего наблюдается у корня (span=0,9).

Аналогично возникает срыв потока с лопаток ЛД (рисунок 6), что приводит к росту потерь, снижению расхода и, соответственно, КПД компрессора. Картина распределения поля векторов окружной скорости в ЛД свидетельствует о наличии зоны обратных течений на стороне лопатки давления [3].

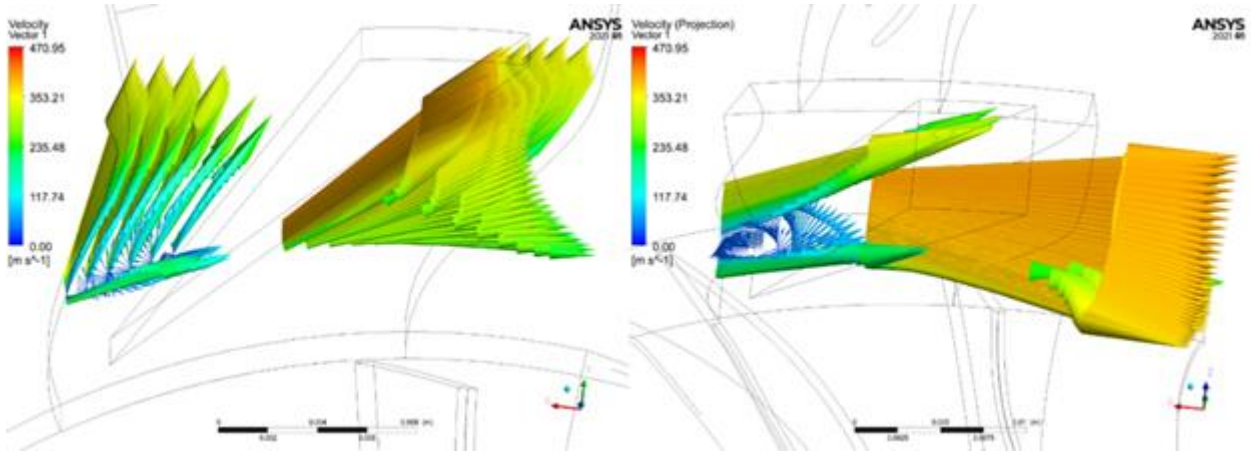


Рис. 6. Векторы скоростей абсолютной скорости и тангенциальной составляющей

Источники

1. Стецкая Т. А. Реверс-инжиниринг малоразмерного рабочего колеса центробежного компрессора // Будущее машиностроения России: XV Всерос. конф. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. Т. 1. С. 476-480.

2. Стецкая Т.А. Расчет рабочего колеса центробежного компрессора // Студенческая научная весна: сборник тезисов докладов Всероссийской студенческой конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея. М.: Издательский дом «Научная библиотека». 2024. С. 633-634.

3. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М., Котовский В.Н. Теория авиационных двигателей. Ч. 1. М.: ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2005. 366 с.

4. Бекнев, В. С. Расчет и проектирование центробежных компрессоров ГТД: Методические указания / В. С. Бекнев, А. Ф. Куфтов, Р. З. Тумашев. М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 1996. 44 с.

УДК 378.147

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЛИЧНОСТНОЕ РАЗВИТИЕ

Фугина Арина Константиновна, Коврижных Ольга Евгеньевна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
fugina.arina@yandex.ru

Аннотация. Статья рассматривает применение искусственного интеллекта (ИИ) в образовательных процессах для персонализации обучения и его влияние на личностное развитие учащихся. Использование ИИ позволяет адаптировать учебный контент и подходы к конкретным нуждам каждого студента, что ведет к улучшению академических результатов и укреплению уверенности в себе. Персонализированные программы помогают развивать навыки саморегуляции, критического мышления и креативности, повышая мотивацию и заинтересованность в обучении. Автор подчеркивает важность внедрения ИИ в образование для формирования ключевых компетенций, необходимых для успешного существования в современном мире.

Ключевые слова: искусственный интеллект, персонализация обучения, личностное развитие, образовательные технологии, критическое мышление, креативность, мотивация, адаптивное обучение

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO PERSONALIZE LEARNING AND ITS IMPACT ON PERSONAL DEVELOPMENT

Fugina Arina Konstantinovna, Kovrizhnykh Olga Evgenievna
KSPEU, Kazan, Russia
fugina.arina@yandex.ru

Abstract. The article examines the use of artificial intelligence (AI) in educational processes to personalize learning and its impact on students' personal development. The use of AI makes it possible to adapt educational content and approaches to the specific needs of each student, which leads to improved academic results and increased self-confidence. Personalized programs help develop self-regulation, critical thinking, and creativity skills, increasing motivation and interest in learning. The author emphasizes the importance of introducing AI into education for the formation of key competencies necessary for a successful existence in the modern world.

Keywords: artificial intelligence, personalization of learning, personal development, educational technologies, critical thinking, creativity, motivation, adaptive learning

На текущий момент развития общества более половины населения планеты использует Интернет и информационные технологии в повседневной жизни для обучения и ведения бизнеса [1]. Важно отметить, что цифровые технологии не заменяют процесс обучения, а являются лишь частью образовательной среды [2].

Так, в последние годы искусственный интеллект (ИИ) стал важным инструментом в сфере образования, открывая новые возможности для персонализации обучения. Этот подход направлен на адаптацию образовательного процесса к индивидуальным потребностям и особенностям каждого ученика, что, в свою очередь, может значительно повлиять на его личностное развитие.

В условиях быстро развивающегося мира, где знания становятся основным ресурсом, особое внимание уделяется эффективным методам обучения. Многие современные педагоги, ученые и исследователи говорят, что в настоящий момент формируется новая образовательная среда, из-за чего происходит сдвиг от образовательных подходов, сформированных ранее. При этом, можно сказать, что успешное применение новых технологий, в том числе искусственного интеллекта будет зависеть от формирования верной концепции образовательной парадигмы [3].

Персонализация обучения, с помощью искусственного интеллекта (ИИ), представляет собой мощный инструмент, который позволяет адаптировать образовательный процесс к уникальным потребностям каждого ученика. Это не только способствует лучшему усвоению материала, но и формирует у студентов важные навыки для успешной жизни в современном обществе [4].

Одним из основных преимуществ использования ИИ в образовании является способность анализа больших объёмов данных. Современные образовательные платформы могут собирать информацию о прогрессе учащихся: какие задания были выполнены, сколько времени ушло на их выполнение, где возникали затруднения и так далее. На основе собранных данных, образовательные платформы могут создавать индивидуальные учебные планы, которые соответствуют потребностям конкретного учащегося.

Персонализированный подход не только ускоряет темп обучения, но и делает его более эффективным. Благодаря ИИ учащиеся могут сосредоточиться на тех областях, где у них возникают трудности, а также развивать свои сильные стороны. Например, если учащийся испытывает затруднения по математике, ИИ может выделить больше времени на эту дисциплину и предложить дополнительные упражнения на отработку [5, 6].

Кроме того, адаптивные системы могут мгновенно реагировать на прогресс ученика и вносить корректировки в учебный план. Если студент успешно справляется со сложной темой, система может предложить

дополнительные задания более высокого уровня сложности. Благодаря этому обучаемые могут постоянно развиваться и получать пользу от процесса обучения.

Персонализированное обучение с применением искусственного интеллекта выходит далеко за рамки простого улучшения академической успеваемости – оно оказывает глубокое влияние на личностный рост учеников. Благодаря индивидуальным образовательным траекториям учащиеся получают возможность развивать важнейшие навыки саморегуляции, такие как умение планировать свое время, контролировать прогресс и принимать самостоятельные решения относительно своего учебного процесса. Это создает условия для формирования чувства ответственности и уверенности в собственных силах, что является основой успешной социализации и профессионального становления.

Одним из ключевых аспектов влияния ИИ на личностное развитие становится повышение мотивации. Когда учебный материал соответствует интересам и предпочтениям ученика, возникает ощущение значимости и вовлеченности в процесс познания. Это особенно важно для детей и подростков, поскольку помогает преодолеть традиционные барьеры, возникающие между учениками и стандартизованными школьными программами. Индивидуализация образования делает учебные предметы более интересными и понятными, что стимулирует дальнейшее желание учиться и развиваться.

Кроме того, использование ИИ-технологий способствует развитию важных когнитивных способностей, таких как критическое мышление и способность решать проблемы. Интерактивные задания, предлагаемые системами на основе ИИ, требуют от учащегося анализа ситуации, выбора стратегии действий и оценки результатов. Это формирует аналитический подход к решению любых жизненных задач, будь то профессиональные вызовы или повседневные трудности. Креативность, стимулируемая через проектные работы и сценарии, также становится неотъемлемой частью образовательного процесса, открывая перед учениками новые перспективы для самореализации.

Таким образом, внедрение ИИ в образование позволяет не только повышать качество знаний, но и создавать благоприятную среду для всестороннего развития личности. Ученики становятся более уверенными в своих способностях, развивают навыки самоорганизации и приобретают ценнейшие компетенции, необходимые для успеха в современном мире.

Искусственный интеллект революционизирует систему образования, предоставляя уникальные возможности для персонализации учебных процессов. Такой подход делает обучение более гибким и адаптированным к потребностям каждого отдельного ученика, одновременно оказывая положительное воздействие на личностное развитие. Обучение с помощью ИИ не только повышает академические достижения, но и способствует формированию

жизненно важных навыков, таких как ответственность, критическое мышление и креативность.

Будущее обещает еще большее расширение возможностей ИИ в образовательной сфере. По мере совершенствования технологий будут создаваться всё более эффективные и индивидуальные методы обучения, что позволит сделать образование ещё доступнее и продуктивнее. Это направление уже сегодня демонстрирует огромный потенциал для трансформации традиционной системы образования, приближая нас к эпохе, когда каждый ученик сможет раскрыть свой полный потенциал.

Источники

1. Коврижных О.Е., Мингалеева О.В. Основные аспекты организационного механизма краудфандинга стартап проектов в условиях цифровой экономики / Путеводитель предпринимателя. Научно-практическое издание: Сб. науч. трудов. Вып. XLIII. М.: Российская академия предпринимательства; Агентство печати «Наука и образование», 2019. С. 103-108.
2. Коврижных О. Е. Экономические перспективы применения современных цифровых технологий для организации самостоятельной работы студентов / О. Е. Коврижных // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 7, № 4(145). С. 176-182.
3. Новоселов Д. О., Кукин А. М. Использование искусственного интеллекта в сфере образования // Телескоп. 2024. №4. С. 172-178.
4. Темирова А.Б. Инновация модели управления обучением студентов в высших учебных заведениях / Темирова А.Б., Янова О.Ю., Магомадова Р.В. // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.5, № 4 (145). С. 252-257.
5. Янова О.Ю. Применение информационных и компьютерных технологий в онлайн-образовании // Экономика и предпринимательство. 2024. № 3(164). С. 1371-1374.
6. Алисултанова И.А. Анализ построения системы искусственного интеллекта / Алисултанова И.А., Янова О.Ю. // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т.8, № 1 (154) . С. 142-147.

УДК 004.896

РОБОТЫ-СОВЕТНИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ГРАМОТНОСТИ У МОЛОДЕЖИ

Хайдаршина Г.В., Апполонова Н.А.
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия
bublikidze82@gmail.com

Аннотация. В статье исследуется роль современных технологий в формировании финансовой осведомленности и инвестиционных навыков у несовершеннолетних. Роботы-советники, благодаря своей доступности и интерактивности, становятся ключевым инструментом в обучении молодежи основам инвестирования и финансового планирования. Статья анализирует возможности и перспективы использования роботов-советников в образовательных программах для молодежи.

Ключевые слова: инвестиции, роботы-советники, финансовое образование

ROBOT ADVISORS AS A TOOL FOR DEVELOPING INVESTMENT LITERACY AMONG YOUNG PEOPLE

Khaidarshina G.V., Apollonova N.A.
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Russia
bublikidze82@gmail.com

Annotation. The article examines the role of modern technologies in the formation of financial awareness and investment skills among minors. Robot advisors, due to their accessibility and interactivity, are becoming a key tool in teaching young people the basics of investing and financial planning. The article analyzes the possibilities and prospects of using robot advisors in educational programs for young people.

Keywords: investments, robot advisors, financial education

Роботы-советники – это сервисы или программы, которые позволяют частному инвестору автоматизированно собрать инвестиционный портфель исходя из его целей, финансовых возможностей и риск-профиля [1]. Наиболее важные их преимущества — легкое подключение, низкий порог входа, практически моментальное формирование портфеля в режиме онлайн после присвоения инвестиционного профиля и получение дивидендов и купонов по финансовым инструментам внутри портфеля.

В последние годы робо-советники стали важным элементом трансформации частного инвестирования, предоставляя алгоритмические решения для управления портфелями на основе анализа доходов, целей и риск-профиля пользователей. Такие платформы, как «Тинькофф Инвестиции», демонстрируют растущую популярность автоматизированных финансовых услуг. Прогнозируется, что объем рынка робо-советников в России будет расти, однако текущая экосистема ориентирована преимущественно на взрослых пользователей, оставляя несовершеннолетних вне зоны своего влияния.

Современные инициативы в области финансового образования для детей в России фокусируются на базовом бюджетировании и финансовой грамотности, но игнорируют формирование инвестиционной культуры. Например, российские программы, предлагаемые различными образовательными учреждениями, основываются на составлении финансового плана и понимании банковских продуктов, но не включают практические навыки инвестирования. Исключением являются проекты, такие как «Детский инвестиционный счет» от Сбербанка: он позволяет подросткам с 14 лет формировать портфель из акций и облигаций с согласия родителей, предлагая доступ к образовательным материалам и инвестиционным идеям[2]. Однако его функционал имеет ограничения: сделки могут осуществляться только с разрешения родителей, что снижает оперативность, а отсутствие геймификации и интерактивных элементов делает процесс менее увлекательным для молодежи. Кроме того, счет не всегда соответствует образовательным потребностям, так как акцент сделан на базовом уровне знаний о финансах.

Технологическая инфраструктура для обучения инвестициям уже существует. Например, образовательный робот Pepper SoftBank Robotics используется в школах Японии в средней школе города Васэда для обучения английскому языку и развития коммуникативных навыков [3]. В Эстонии Pepper применяется в Тартуском университете для работы с детьми 5–13 лет, помогая улучшать их социальные и когнитивные навыки через игровые и обучающие занятия [4]. Тем не менее, их алгоритмы не адаптированы для решения финансовых задач. Стоит отметить, что законодательные нормы в Российской Федерации затрудняют сбор данных о несовершеннолетних пользователях, что препятствует разработке персонализированных систем: эти ограничения создают барьеры для разработки эффективных и персонализированных образовательных систем, которые могли бы учитывать особенности и потребности молодежи в сфере финансового образования. Безусловно, важно строго соблюдать правила по защите личной информации, но нужно разработать технологии, позволяющие без риска принимать образовательные решения, основанные на индивидуальных потребностях и предпочтениях детей.

Некоторые пилотные проекты демонстрируют частичные успехи в обучении детей основам финансовой грамотности и инвестициям. К примеру, BusyKid (США) – это платформа, позволяющая родителям выплачивать виртуальную зарплату детям за выполнение домашних обязанностей. Дети могут распределять заработанные средства между сбережениями, благотворительностью и инвестициями, включая покупку акций. Это помогает им развивать финансовую грамотность и вовлеченность в процесс инвестирования под контролем родителей [5].

В России разработан сервис «Тинькофф Джуниор» с функционалом детской карты с кэшбэком [6]. "Копилка" от Сбербанка – тоже отличный сервис, который позволяет детям управлять своими финансами, получая виртуальные деньги за выполнение домашних заданий и других задач [7]. Но оба сервиса не предлагают возможности инвестирования, как это делает BusyKid, что ограничивает функционал в плане обучения инвестиционным навыкам.

Для успешного внедрения робо-советников для детей необходима трехуровневая архитектура:

1. Когнитивно-возрастная адаптация:

– для детей 6-12 лет: использование метафорических конструкций вместо сложных терминов.

– для подростков 13-17 лет: симуляторы на основе исторических данных с AI-аналитикой поведения.

2. Регуляторный комплаенс: Алгоритмы должны соответствовать стандартам ЦБ РФ.

3. Педагогико-семейная интеграция: интерфейс отображения данных для родителей с аналитикой прогресса ребенка.

Разработка робо-советника для несовершеннолетних требует учета возрастных когнитивных особенностей, что достигается через метафорическую трансформацию сложных финансовых концепций. Для детей 6–12 лет абстрактные термины, такие как «акции» или «дивиденды», объясняются игровыми образами — например, «волшебные семена», которые растут при регулярном «поливе» (инвестировании), или «золотые яблоки», символизирующие периодический доход. В рамках квестов, таких как «Построй замок», ребенок распределяет ресурсы между «стенами» (консервативные активы) и «башнями» (высокорисковые инструменты), осваивая принципы диверсификации.

Для подростков 13–17 лет акцент смещается на симуляторы с историческими данными, где виртуальные портфели включают реальные активы, такие как акции Сбербанка или ETF FXRL, позволяя тестировать стратегии в условиях прошлых кризисов (2008, 2020 гг.). AI-аналитика поведения отслеживает частоту сделок и реакцию на убытки, адаптируя

сложность задач – например, при падении портфеля на 5% система предлагает урок о стоимостном инвестировании, а персонализированные подсказки («Твой риск-профиль близок к консервативному») помогают корректировать подход.

Регуляторный аспект архитектуры обеспечивает соответствие законодательным нормам, включая запрет на рекомендации высокорисковых инструментов (фьючерсы, криптовалюты) и строгую анонимизацию данных. Каждая рекомендация проверяется на соответствие ст. 26–28 ГК РФ — так, попытка подростка купить акции иностранной компании автоматически блокируется до подтверждения родителями. Этические гарантии исключают манипулятивные практики: вместо агрессивных уведомлений («Не пропусти рост акций!») используются нейтральные сообщения («Твой портфель вырос на 2%»), а модуль «Черный лебедь» имитирует кризисные сценарии, где виртуальные активы теряют 30% стоимости, с последующим разбором ошибок. Шифрование транзакций и замена персональных данных на уникальные ID минимизируют риски утечек, соблюдая требования 152-ФЗ «О персональных данных».

Педагогико-семейная интеграция объединяет обучение, семью и школу через интерактивные инструменты. Родители получают доступ к интерфейсу отображения данных с графиками распределения активов ребенка и функцией «Семейный портфель», где реальные инвестиции родителей сопоставляются с виртуальными решениями подростка. Учителя используют готовые сценарии уроков, такие как «Как работает фондовый рынок за 45 минут» и аналитику ошибок, выявляющую сложные для класса темы. Для детей внедряются социальные элементы — закрытые чаты «Инвестиционный клуб» с AI-модерацией, блокирующей рискованные советы, и NFT-сертификаты за достижения, интегрируемые в цифровое портфолио. Пример синергии: ребенок 10 лет, проходя квест, инвестирует виртуальные «жемчужины» в «коралловые рифы» (ETF). AI анализирует его избегание рисков и предлагает урок о балансе, родители обсуждают с ним реальный портфель, а учитель использует данные платформы для объяснения инфляции, демонстрируя её влияние на сбережения класса. Таким образом, архитектура превращает робо-советника в интерактивную среду, где технологии, право и педагогика взаимно усиливаются, формируя у детей не только финансовые навыки, но и критическое мышление, необходимое для принятия осознанных решений в будущем.

Разработка детских робо-советников требует междисциплинарного подхода – сочетания технологий, педагогики и регуляторных норм. Как отмечают эксперты в области финансового образования, создание таких систем может стать катализатором формирования поколения осознанных инвесторов.

Источники

1. Всеобщая цифровизация и системы искусственного интеллекта с каждым днем получают все большее распространение на фондовом рынке [Электронный ресурс]. URL: https://www.kommersant.ru/doc/6918241 (дата обращения: 10.02.25).

2. Робот Pepper пошел в школу [Электронный ресурс]. URL: https://robogeek.ru/chelovekopodobnye-roboty/robot-pepper-poshel-v-shkolu (дата обращения: 12.02.25).

3. Инвестиции с 14 лет [Электронный ресурс]. URL: https://www.sberbank.com/ru/person/investments/broker_service/investitsii-s-14-let (дата обращения: 14.02.25).

4. Робот Pepper и виртуальная реальность – как технологии учат детей общаться [Электронный ресурс]. URL: https://nauka.err.ee/1608630310/robot-pepper-i-virtualnaja-realnost-kak-tehnologii-uchat-detej-obwatsja (дата обращения: 15.02.25).

5. Busykid [Электронный ресурс]. URL: https://busykid.com (дата обращения: 17.02.25).

6. Все о карте Junior Tinkoff [Электронный ресурс]. URL: https://www.sravni.ru/banki/info/vse-o-karti-junior-tinkoff (дата обращения: 19.02.25).

7. Детская копилка [Электронный ресурс]. URL: https://www.sberbank.com/ru/person/contributions/deposits/detskaya_kopilka (дата обращения: 19.02.25)

УДК 377.3

ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ IT-СПЕЦИАЛЬНОСТИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ КОНКУРСАМ И ОЛИМПИАДАМ (ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ)

Халуева Вера Владиславовна[1], Сафиулина Лейсан Маратовна[2]
[1]Казанский авиационно-технический колледж им. П.В. Дементьева, г. Казань, Россия
[2]Казанский технологический колледж ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия
[1]halueva.vera@yandex.ru, [2]ismagilova_leysan@bk.ru

Аннотация. В статье будет описан опыт подготовки студентов колледжа специальности 09.02.07 Информационные технологии и программирование к профессиональным конкурсам и олимпиадам, а также значение курсового и дипломного проектирования для их профессионального становления.

Ключевые слова: образовательная среда, IT-специалисты, информационные технологии, IT-отрасль, профессиональные конкурсы, олимпиады профессионального мастерства.

PREPARATION OF IT-STUDENTS FOR PROFESSIONAL COMPETITIONS AND OLYMPIADS (FROM WORK EXPERIENCE)

Khalueva Vera Vladislavovna[1], Safiulina Leysan Maratovna[2]
[1]Kazan aviation-technical college named after P.V. Dementyev, Kazan, Russia
[2]Kazan technological college FSBEI HE «Kazan national research technological university», Kazan, Russia
[1]halueva.vera@yandex.ru, [2]ismagilova_leysan@bk.ru

Abstract. The article will describe the experience of preparing college students majoring in 09.02.07 Information technology and programming for professional competitions and olympiads, as well as the importance of course and diploma projects for their professional development.

Keywords: educational environment, IT-specialists, information technologies, IT-industry, professional competitions, professional skills olympiads.

Сегодня в широкий обиход прочно вошло понятие цифровых экосистем. Особыми системами являются цифровые экосистемы в области образования. Они характеризуются сложной образовательной средой, которая позволяет преподавателю проектировать разнообразную учебную деятельность,

выстраивать траектории сетевых взаимодействий в информационной образовательной среде и вести обучающихся по пути самоактуализации [1].

Разработка и реализация цифровых экосистем в любой области невозможна без высококвалифицированных IT-специалистов, готовых и способных создавать сложные продукты с множеством взаимосвязанных вместе сервисов, конкурентоспособных на рынке труда. Однако российский IT-рынок испытывает постоянный дефицит таких кадров.

Колледж ежегодно выпускает специалистов в области информационных технологий, реализуя подготовку по специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование. Учебный процесс в колледже предполагает не только получение теоретических знаний, но и развитие практических навыков, которые особенно важны в такой динамично развивающейся области. Студентам предоставляются возможности для глубокого освоения технологий и методов разработки программного обеспечения.

Также современные требования к специалистам предполагают развитие аналитического и творческого мышления, воспитания у студентов стойкого познавательного интереса. Учитывая это, в колледже создаются условия для формирования у студентов личностных качеств, обеспечивающих конкурентоспособность на рынке труда, посредством их активного привлечения к научно-исследовательской работе. Во внеурочное время эта работа организуется индивидуально, путем участия студентов в профессиональных конкурсах и олимпиадах.

Среди профессиональных конкурсов особое значение имеет всероссийское чемпионатное движение по профессиональному мастерству «Профессионалы». Чемпионат проводится по компетенциям, востребованным на рынке труда и сопоставимыми с трудовыми функциями и видами трудовой деятельности, направлениями подготовки среднего профессионального образования. Студенты колледжа активно принимают участие в данном мероприятии по компетенции «Программные решения для бизнеса» с 2018 года. Подготовка к участию в этом конкурсе начинается с организации предварительных тренировок в колледже, на которых студенты решают задачи, максимально приближенные к тем, что будут встречаться чемпионате. Проводятся отборочные этапы, на которых упор делается на студентов, готовых к интенсивной подготовке, им предоставляются дополнительные ресурсы для самостоятельного обучения. На этих тренировках особое внимание уделяется таким темам, как алгоритмизация, работа с большими объемами данных, параллельные вычисления и оптимизация программ, разработка программных решений для реальных задач. Важно отметить, что эти конкурсы нацелены на практическое применение знаний. Также при подготовке преподаватели стараются ориентировать студентов на реальные задачи, с которыми они могут столкнуться в профессиональной

деятельности, подготовить их к решению практических задач в будущем. Индивидуальные консультации помогают проработать слабые стороны студентов, а групповые занятия позволяют создать атмосферу здорового соревнования и сотрудничества. Кроме того, в процессе подготовки делается акцент на анализе типичных ошибок студентов, объясняется им, как избегать стандартных недочетов, и предлагается помощь в разработке стратегии для эффективного решения задач. Результаты студентов демонстрируют как положительную динамику, так и выделяют слабые моменты при подготовке, так 2020 году студент Тимергалиев И. занял 4 место в региональном этапе, в 2021 году студент Аксенов Е. занял 5 место в сетевом этапе, в 2022 году студенты Аксенов Е. и Иванов Э. заняли 6 и 8 места соответственно. Последние годы в связи со сменой названия и подходов к чемпионатному движению (до 2022 года WorldSkillsRussia), времени на подготовку было недостаточно, что оказало негативное влияние на уровень подготовки участников. Однако преподавателями было принято решение участвовать в чемпионате для изучения конкурсных заданий с целью повышения качества государственной итоговой аттестации выпускников. Поскольку с 2022 года формой государственной итоговой аттестацией является демонстрационный экзамен (с 2020 года в форме промежуточной аттестации), а задания демонстрационного экзамена формируются на основе конкурсных заданий чемпионата, с которыми можно ознакомиться в открытом доступе через год после проведения чемпионата.

Еще одним профессиональным конкурсом является Всероссийская олимпиада профессионального мастерства обучающихся по укрупненной группе специальностей обучающихся по профильному направлению 09.00.00 Информатика и вычислительная техника. Участие во Всероссийской олимпиаде дает возможность студентам продемонстрировать уровень владения общими и профессиональными компетенциями, умением сконцентрироваться на решении задач в условиях ограниченного времени [2]. Есть возможность выявить ошибки, на которые преподавателям следует обратить внимание в ходе подготовки IT-специалистов. Ежегодно Республиканский этап этой олимпиады проходит в ГАПОУ «Альметьевский политехнический техникум». Республиканская олимпиада профессионального мастерства проводится в целях выявления наиболее одаренных и талантливых студентов, повышения качества профессиональной подготовки специалистов среднего звена, дальнейшего совершенствования их профессиональной компетентности, реализации творческого потенциала обучающихся, повышения мотивации и творческой активности педагогических работников в рамках наставничества обучающихся. Студенты колледжа начали активно принимать участие в Олимпиаде с 2021 года, показав высокие результаты, так в 2021 году студент Муравьев В. занял 2 место, в 2022 году Иванов Э., сертификат участника, в 2023 году студенты Саулин А.

заняли 3 место и Титов О. получил диплом в номинации «Лучший по специальности».

Отбор участников для профессиональных конкурсов и олимпиад проводится среди студентов 2 курса. Олимпиада по информационным технологиям проходит в рамках колледжа и состоит из нескольких этапов: компьютерное тестирование (тесты на знание информационных технологий); решение практических задач в текстовых документах (оформление текста по требованиям, работа с таблицами и другими элементами); решение практических задач с помощью презентации (разработка презентации на определенную тему с требуемым оформлением, выступление и защита);

В первом этапе приняли участие 35 студентов, из которых 17 прошли на 2 и 3 этапы. К участию на следующих этапах допускались студенты, набравшие на 1 этапе не менее 90% правильных ответов (всего вопросов было 30). Второй этап проводился на следующий день. Студенты получают распечатанный текстовый документ, который они должны напечатать за определенный срок и применить операции форматирования и редактирования. Оценка происходит по принципу «выполнено, не выполнено». На 3 этап допускаются студенты, прошедшие 2 этап (из 17 прошли 7). На данном этапе студентам необходимо разработать презентацию на предложенную тему, например «Информатизация общества», с требуемым оформлением, темы заранее определены и выдаются по принципу жеребьевки. В критерии оценивания выполненных заданий входит: соблюдение единого стиля, соответствие фона, использование не более 3-х цветов, использование анимации, содержание информации должно раскрывать тему, наличие рисунков и шрифтов. Также оценивается представление презентации и работа с аудиторией [3].

Участие в различных профессиональных конкурсах дает студентам опыт для дальнейшего развития и новые навыки для выполнения курсовых и дипломных работ. Процесс разработки курсовых и дипломных проектов включает несколько этапов. На первых стадиях преподаватели активно обсуждают и помогают студентам в подборе темы проекта, направляют их на актуальные и интересные разработки. Важно, чтобы каждый проект был индивидуален и позволял студенту проявить собственные творческие способности. Также важно наладить взаимодействие с потенциальными работодателями, чтобы проект был максимально приближен к реальным условиям. Темы курсовых и дипломных проектов отражают актуальные задачи IT-отрасли, что дает студентам возможность не только развить свои технические навыки, но и научиться работать с реальными заказчиками, решать прикладные задачи. В ходе работы над проектом студенты развивают навыки анализа, планирования, реализации и тестирования программных решений.

Не менее важным этапом является подготовка студентов к защите их курсовых и дипломных проектов. Это не только демонстрация результатов работы, но и развитие навыков публичных выступлений, умения кратко и четко излагать суть проекта и отвечать на вопросы. В этом процессе преподаватель помогает студентам подготовить презентации, научить их уверенно и аргументированно защищать свои работы. Данные компетенции осваиваются студентам со 2 курса, что позволяет на старших курсах быть увереннее в своих навыках. Кроме того, важно научить студентов конструктивно воспринимать критику, правильно реагировать на замечания и быть готовым их исправить. Выполнение курсовых проектов позволяют студентам углубленно исследовать выбранные технологии, а дипломные проекты, как правило, связаны с разработкой полноценного программного продукта или исследованием проблем, стоящих перед отраслью. Студенты, успешно выполнившие проект, не только получают глубокие знания в выбранной области, но и на практике осваивают навыки работы с современными инструментами разработки. Этот опыт помогает им быть более конкурентоспособными на рынке труда и уверенно начинать карьеру в сфере IT- технологий.

Подготовка студентов к профессиональным олимпиадам, конкурсам, а также успешная реализация курсовых и дипломных проектов являются важными этапами их профессионального становления. Роль преподавателя заключается не только в передаче знаний, но и в поддержке их мотивации. Важно создать атмосферу, в которой студенты почувствуют себя частью команды, будут поддерживать друг друга, получать обратную связь, научатся работать в условиях давления времени, и тогда они будут участвовать не только ради победы, но и ради личностного профессионального роста.

Источники

1. Мансурова С.Е. Феномен цифровых и образовательных экосистем: гуманитарный контекст // Ценности и смыслы. 2021. № 6 (76). С.62-73.

2. Всероссийская олимпиада профессионального мастерства [электронный ресурс] https://www.sptgt.ru/upload/iblock/8ff/krylova.pdf (дата обращения: 15.03.2025).

3. Зарипова Р.С., Халуева В.В. Анализ функционирования системы оценки знаний обучающихся // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. Т. 10. №5. С. 31-35.

УДК 37.013.75

ФОРМИРОВАНИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ПОМОЩЬЮ МЕДИАЦЕНТРА

Хамова Ангелина Михайловна, Поворознюк Ольга Алексеевна
Ишимский педагогический институт имени П.П. Ершова (филиал) ТюмГУ, г. Ишим, Россия
angelinahamova@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается формирование критического мышления детей младшего школьного возраста посредству создания в классе медиацентра. Также приводятся понятия критического мышления, медиаобразования и медиа. Выделены показатели развития критического мышления благодаря медиацентру.

Ключевые слова: критическое мышление, медиацентр, медиаобразование, младший школьник.

FORMATION OF CRITICAL THINKING OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS WITH THE HELP OF A MEDIA CENTER

Khamova Angelina Mikhailovna, Povoroznyuk Olga Alekseevna
Ishim Pedagogical Institute named after P.P. Yershov (branch) TSU, Ishim, Russia
angelinahamova@yandex.ru

Abstract. The article examines the formation of critical thinking in primary school children through the creation of a media center in the classroom. The concepts of critical thinking, media education and media are also given. The indicators of the development of critical thinking due to the media center are highlighted.

Keywords: critical thinking, media center, media education, primary school student.

В настоящее время – воспитание критически мыслящей личности является социальным заказом в мире. А одной из задач учителя – сделать так, чтобы она выполнилась. Это происходит из-за гуманизации образования. Считается, что сейчас очень важно, чтобы в школе у детей развивались именно личностные качества. В личностных результатах в Федеральном Государственном стандарте начального общего образования указано, что одной из задачей педагога является – научить ребенка работать с информацией.

Сейчас появляется тенденция, когда дети не видят разницу между достоверной и недостоверной информацией. Институт статических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики в 2022 году провел опрос, в ходе которого выяснилось, что почти половина (50,4%) пользователей

интернета (россияне) столкнулись с тем, что в сети «Интернет» данные не точные. В условиях современного мира – очень важно научить детей не просто искать информацию, а еще и уметь ее обработать и использовать в обыденной жизни.

Критическое мышление и работа с информацией тесно между собой связаны, ведь благодаря развитому критическому мышлению можно сказать, что ребенок может легко отбирать и работать с информацией.

Критическое мышления является одной из частей образовательного процесса, с помощью которого дети могут усваивать навыки анализа, оценки и синтеза информации, даже если она дана в неявном виде.

В понимании Д. Халперн, профессор психологии семьи, критическое мышление – это тип мышления, который способствует его использование для применения когнитивных навыков и приемов, увеличивающих шанс получения необходимого результата. Целью которого является найти наилучшее решение из всех имеющихся [6].

«Критическое мышление также включает в себя оценку самого мыслительного процесса — хода рассуждений, которые привели к нашим выводам, или тех факторов, которые мы учли при принятии решения. Критическое мышление иногда называют еще и направленным мышлением, поскольку оно нацелено на получение желаемого результата» [6].

«Критическое мышление – последовательность умственных действий, направленных на проверку высказываний или систем высказываний с целью выяснения их несоответствия принимаемым фактам, нормам или ценностям… Существуют уровни критического мышления, для каждого из которых есть свой вид аргументации, характеризующийся различными соотношениями логической и когнитивной компоненты: эмпирический уровень – критическая проверка фактов; теоретический уровень – критическая проверка теорий; метатеоретический уровень – критическая проверка норм и ценностей» [2].

К компонентам критического мышления, которые в процессе станут критериями нашего исследования Халперн относит: осознанность, гибкость и поиск компромиссных решения.

Далее нами были выделены показатели: умение уточнять информацию, данную в неявном виде, вычленять информацию из огромного потока источников, определять логическую взаимосвязь и определение взаимоотношений между определенными понятиями, а также умение принимать решения, основываясь не только на своей позиции, на основе которых мы смогли подобрать диагностические методики – Э.Ф. Замбацявичене «Простые аналогии», Г.А. Цукерман «Кто прав?», Т.А. Крайникова «Диагностика способности выделять существенное».

Исходя из критериев, которые мы определили: осознанность, гибкость и поиск компромиссных решений нами были выявлены следующие уровни сформированности критического мышления младших школьников.

Низкий уровень: ребенок характеризуется тем, что умеет оценивать и доказывать своё мнение, но не умеет видеть очевидные ошибки, мыслительные операции сформированы на низком уровне.

Средний уровень: ребенку характерно наличие целенаправленности и организованности, он имеет слабо развитое умение доказывать и опровергать. Отсутствует своя точка зрения, но при этом хорошо видит свои ошибки.

Высокий уровень: ребенок умеет находить причины и способы появления ошибок, а также может совершать поиск их решений. Ему характерно наличие устойчивых умений основных мыслительных операций [1].

Медиа, по А.А. Новиковой и И.В. Кирия, это основа коммуникации, которая необходима для ее передачи в массы [3].

Медиа – является средством коммуникации (общение, информационный поток). Информация, которая постоянно находится в нашем поле зрении, а значит поступает и детям не является проверенной, а значит медиа – является одним из источников информации.

Медиацентр же в свою очередь – это пространство, где вместе соединены различные ресурсы, это может быть электронные материалы, интернет-ресурсы. Также медиацентр для детей станет некой учебной лабораторией, которая поможет детям исследовать, экспериментировать и учиться работать с информацией.

Благодаря созданию медиацентра дети будут работать с созданием информационного ресурса, а значит сами будут создавать информационный поток.

Важностью является то, чтобы дети работали над созданием проверенной информацией, а значит в процессе работы над медиа-источником дети начнут уточнять информацию, искать проверенные источники, вычленять из большого количества необходимую информацию. Доступ к информации есть у всех детей, но именно в работе над своим ресурсом, дети не просто будут искать информацию, а именно отбирать ее для дальнейших постов, видеороликов, подкастов. Кроме того, дети, работая в команде – смогут участвовать обсуждениях, дебатах, где из множества различных мнений об одном и том же – они могут прийти к единому, который будет сформирован благодаря приему «За – против».

Кроме этого, работа над созданием текста состоит в создании логически связного между собой текста, здесь будут проявляться такие умения как определения взаимоотношению между понятиями. Так как медиацентр – это группа людей, которая работает над публичным информационным-интернет

источником, то решения детям младшего школьного возраста над созданием и выпуском контента будет общее, а значит, что будет проводиться работа над умением принимать решения, основываясь на позиции других людей.

Важной составляющей критического мышления является медиаграмотность, ведь медиаграмотный человек – это человек, который умеет анализировать, воспринимать, оценивать тексты, что соотносится с сутью критического мышления.

Целью медиаобразования будет являться критическая автономия, когда человек сам способен самостоятельно-критически аргументировать суждение о текстах (медиатекстах).

В процессе работы над созданием медиацентра можно выделять четыре принципа, без которых невозможно реализовать его создание. К ним относятся:

- Создания правил внутри медиа-команды, которые выработаны его членами;
- Разделения работы между членами медиа-команды;
- Вхождения и выхода из медиа-команды на добровольной основе;
- Самостоятельного создания медиаконтента, но под руководством старшего педагога [4].

Благодаря системным занятиям в процессе внеурочных занятий у детей будет наблюдаться развитие умений, которые указаны выше. А это значит, что с помощью медиацентра у детей будет развиваться критическое мышление, а именно: осознанность, гибкость и поиск компромиссных решений.

Занятия, основанные на смене форматов деятельности – создание видео, фото, аудио формирует у детей более широкий взгляд на мир. В процессе чего, дети не просто критически осмысливают информацию, но и также учитывают различные контексты.

Таким образом, медиа – является основой нашей повседневной жизни. Будущее общество основывается на воспитании критического мышления учащихся начальной школы, а также самостоятельности их суждений.

Огромное влияние на развитие личности ребенка оказывает средства массовой информации, которые транслируют различные ценности жизни, образцы поведения, а также огромный поток непроверенной информации. Из этого выходит, что развитие критического мышления в условиях медиаобразования – является важным в наше время.

В процессе медиаобразования (занятия в медиацентре) ученик начальной школы должен выяснять ограничения, связанные с познанием мира, которое позволит ему критически анализировать и оценивать различного рода информацию [5].

Источники

1. Байрамов А.С. Динамика развития самостоятельности и критичности мышления у детей младшего школьного возраста: Автореферат дис. на соискание учен. степени д-ра пед. наук / Байрамов А.С. Баку: Азербайдж. гос. ун-т им. С. М. Кирова, 1968. 128 с.

2. Брюшинкин В.Н. Критическое мышление и аргументация / Под ред. В.Н. Брюшинкина, В.И. Маркина. Калининград: КГУ, 2003. С.29-34.

3. Кирия И.В., Новикова А.А. История и теория медиа: учебно-методическое пособие. Москва: ВШЭ, 2017. 423 с.

4. Мастерман Л. Обучение медиа / Мастерман Л. Лондон: КПГ, 1985. 341 с.

5. Рыжих Н. П. Использование медиаобразования в воспитании детей / под ред. А. В. Федорова. Таганрог: ТГПИ, 2011. 232 с.

6. Халперн Д. Психология критического мышления / Халперн Д. Санкт-петербург: Питер, 2000. 512 с.

УДК 37:004

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА В ОБРАЗОВАНИИ: ВЛИЯНИЕ НА ЛИЧНОСТЬ И РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ

Чарыева Майса Амангельдиевна, Овезова Ляле Кувватгельдиевна, Гелдимырадов Мерген
Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары, Туркменистан
annageldievamaysa@gmail.com

Аннотация. Статья рассматривает роль цифровой экосистемы в образовании и её влияние на формирование личности. Особое внимание уделяется преимуществам цифровых технологий, таким как доступность и персонализация обучения, а также их влиянию на развитие гибких навыков. В статье также обсуждаются возможные риски, связанные с чрезмерным использованием технологий, и важность ответственного подхода к цифровизации образования для минимизации негативных последствий.

Ключевые слова: цифровая экосистема, образование, формирование личности, цифровые технологии, персонализированное обучение.

DIGITAL ECOSYSTEM IN EDUCATION: IMPACT ON PERSONALITY AND SKILL DEVELOPMENT

Charyyeva Maysa Amangeldiyevna, Ovezova Lale Kuvvatgeldiyevna, Geldimyradov Mergen
The State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan
annageldievamaysa @gmail.com

Abstract. The article examines the role of the digital ecosystem in education and its impact on personality development. Special attention is given to the advantages of digital technologies, such as accessibility and personalized learning, as well as their influence on the development of soft skills. The article also discusses potential risks associated with excessive use of technology and the importance of a responsible approach to the digitalization of education in order to minimize negative consequences.

Keywords: digital ecosystem, education, personality development, digital technologies, personalized learning.

Цифровая экосистема в образовании и формировании личности человека.

В последние десятилетия цифровая экосистема заняла ключевое место в различных сферах жизни, и образование не стало исключением. В условиях стремительного развития технологий, цифровизация охватывает все этапы образовательного процесса, от дошкольного образования до высших учебных заведений. Важно понимать, как использование цифровых технологий влияет на

личность человека, развивает его интеллектуальные и социальные качества, а также находит отклик в его жизни.

Цифровая экосистема в образовании.

Цифровая экосистема образования включает в себя широкий спектр технологий, таких как онлайн-курсы, платформы для удаленного обучения, электронные библиотеки, виртуальные классы и многое другое. Использование этих технологий способствует не только улучшению доступности образования, но и его качеству. Обучение становится гибким, персонализированным и доступным в любое время и в любом месте.

В рамках цифровой экосистемы учащиеся могут получать знания не только через традиционные учебники, но и через мультимедийные ресурсы, интерактивные задания, симуляции и онлайн-лекции. Это способствует более глубокому и разнообразному восприятию материала, а также стимулирует критическое мышление и самостоятельную работу.

Влияние цифровых технологий на формирование личности.

Цифровизация образования оказывает значительное влияние на формирование личности современного человека. С одной стороны, цифровые технологии предоставляют новые возможности для самовыражения, расширяя горизонты для творческой реализации. Например, через платформы для создания контента (видеоблоги, подкасты, социальные сети) молодые люди могут проявлять свои идеи, делиться знаниями и налаживать связи с людьми по всему миру. С другой стороны, влияние цифровых технологий может иметь и негативные аспекты. Одна из главных проблем — это зависимость от технологий, которая может привести к снижению реальных социальных взаимодействий, увеличению времени, проведенного в интернете, и даже развитию различных психоэмоциональных расстройств. Слишком частое использование гаджетов и социальных сетей может негативно сказаться на эмоциональном состоянии, самооценке и даже на когнитивных способностях.

Цифровая экосистема может способствовать формированию гибких навыков (soft skills), таких как умение работать в команде, креативность, коммуникация и адаптивность. Эти качества становятся особенно важными в условиях быстро меняющегося мира, где способности к обучению и инновациям ценятся на вес золота.

Перспективы развития цифровой экосистемы в образовании.

Будущее образования связано с дальнейшей цифровизацией и внедрением новых технологий, таких как искусственный интеллект, виртуальная и дополненная реальность. Эти технологии обещают сделать обучение еще более индивидуализированным, интерактивным и доступным. Внедрение искусственного интеллекта в образовательные платформы позволит

адаптировать учебный процесс под нужды каждого ученика, предсказывать его слабые места и помогать в их преодолении.

Тем не менее, важно помнить о необходимости комплексного подхода к внедрению цифровых технологий в образование. Важно не только обеспечить доступ к современным цифровым инструментам, но и развивать критическое мышление, этические нормы и навыки управления личными данными. Только так можно будет избежать негативных последствий, таких как информационная перегрузка или манипуляции через цифровые платформы.

Заключение

Цифровая экосистема играет важную роль в образовании и формировании личности человека. Она открывает новые возможности для саморазвития, обучения и самовыражения, однако требует внимательного и ответственного подхода, чтобы минимизировать потенциальные риски. Важно не только использовать цифровые технологии для обучения, но и воспитывать у учащихся умение контролировать свои цифровые привычки, а также развивать их социальные и эмоциональные навыки.

Источники

1. Коротков, Ю. А. «Цифровая трансформация образования: вызовы и возможности». М.: Издательство Московского университета, 2019.

2. Кузнецов, В. И. «Цифровая экосистема в современном образовании». – СПб.: Наука, 2020.

3. Петрунин, В. В. «Инновации в образовательных технологиях: подходы и решения». М.: Академический проект, 2018.

4. Шахов, И. Л. «Цифровые технологии и их влияние на формирование личности обучающегося». Екатеринбург: Уральское издательство, 2021.

5. Гузеев, С. А. «Цифровизация образования и личностное развитие: тенденции и вызовы». Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2022.

6. Смирнов, А. В. «Педагогика в условиях цифровизации: новые горизонты обучения». М.: Просвещение, 2021.

УДК 004.9

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ В ОНЛАЙН-ШКОЛЕ

Чикишев Степан Максимович, Махмутова Марина Владимировна
МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск, Россия
stepanchikishev82@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается проблема организации учебного процесса в онлайн-школе и необходимость его автоматизации. Описаны основные проблемы, связанные с традиционными методами управления образовательной платформой, такие как сложность мониторинга успеваемости, ведение документации и организация занятий. Представлены модели текущего состояния («Как есть») и предполагаемого состояния («Как будет») после внедрения автоматизированной системы управления учебным процессом. Внедрение такой системы позволит повысить качество образования, упростить контроль за успеваемостью учеников, автоматизировать документооборот и интегрировать внешние образовательные ресурсы.

Ключевые слова: онлайн-обучение, дистанционное образование, автоматизация, учебный процесс, управление образовательной платформой, IDEF0.

AUTOMATION OF EDUCATIONAL PROCESS MANAGEMENT IN THE ONLINE SCHOOL

Chikishev Stepan Maksimovich, Makhmutova Marina Vladimirovna
Nosov Moscow State Technical University, Magnitogorsk, Russia
stepanchikishev82@gmail.com

Annotation. The article discusses the problem of organizing the educational process in an online school and the need for its automation. The main problems associated with traditional educational platform management methods are described, such as the difficulty of monitoring academic performance, maintaining documentation, and organizing classes. The models of the current state ("As it is") and the expected state ("As it will be") after the introduction of an automated educational process management system are presented. The introduction of such a system will improve the quality of education, simplify monitoring of student progress, automate document management and integrate external educational resources.

Keywords: online learning, distance education, automation, learning process, educational platform management, IDEF0.

В условиях цифровизации образования общеобразовательные онлайн-школы становятся все более востребованными. Однако их функционирование сопряжено с рядом проблем, связанных с организацией учебного процесса, хранением данных об успеваемости и управлением образовательной платформой. [1-3]

Сложность работы дистанционной школы заключается в необходимости обеспечения непрерывного образовательного процесса, интеграции с внешними ресурсами, обработки больших объемов данных об учениках и преподавателях, а также автоматизации документооборота. Вручную управлять этими процессами затруднительно, что приводит к снижению эффективности учебной деятельности. [6, 7]

В данной статье анализируется проблема организации учебного процесса в онлайн-школе и предлагается автоматизированное решение, которое позволит повысить качество образовательных услуг.

Рассмотрим результаты анализа текущей ситуации («Как есть»). На данный момент управление учебным процессом в онлайн-школе включает следующие ключевые аспекты:

1. Регистрация учеников – оформление договоров, внесение данных в систему, предоставление доступа к образовательной платформе;
2. Организация учебных занятий – составление расписания, проведение онлайн-уроков, выдача учебных материалов;
3. Мониторинг успеваемости – ведение базы данных оценок, отчетность по тестированиям и экзаменам;
4. Ведение документации – оформление личных листов успеваемости, итоговых протоколов, сертификатов о прохождении курсов;
5. Интерактивное взаимодействие – связь с учениками и родителями через чаты, форумы, email.

Выявлены основные проблемы текущей модели:

1. Отсутствие единой интегрированной системы для управления учебным процессом;
2. Ручное ведение части документации, что увеличивает вероятность ошибок;
3. Сложность мониторинга успеваемости учеников в реальном времени;
4. Ограниченная возможность автоматического формирования отчетов.

Представим описание предлагаемого решения («Как будет»). Для решения вышеуказанных проблем предлагается внедрение автоматизированной системы управления учебным процессом, включающей:

1. Цифровую базу данных учеников и преподавателей – централизованное хранение информации;

2. Автоматическое расписание занятий – система динамически формирует расписание в зависимости от нагрузки преподавателей и запросов учеников;

3. Интеграцию с внешними образовательными ресурсами – подключение дополнительных курсов, библиотек, сервисов тестирования;

4. Автоматизированное формирование отчетности – мгновенное создание отчетов об успеваемости учеников и анализ их активности;

5. Систему напоминаний и уведомлений – автоматическое оповещение учеников и родителей о предстоящих уроках, дедлайнах, изменениях в расписании.

Рассмотрим процесс моделирования бизнес-процесса. В качестве методологии будет использован функциональный подход, а именно построение модели в нотации IDEF0 [4].

На рисунке 1 представлена функциональная модель процесса «Управление учебным процессом в онлайн-школе» в нотации IDEF0 «as-is» контекстная диаграмма [4]. На текущий момент процессы управления учебной деятельностью выполняются вручную или с использованием разрозненных цифровых решений, что создает сложности в синхронизации данных и увеличивает нагрузку на персонал.

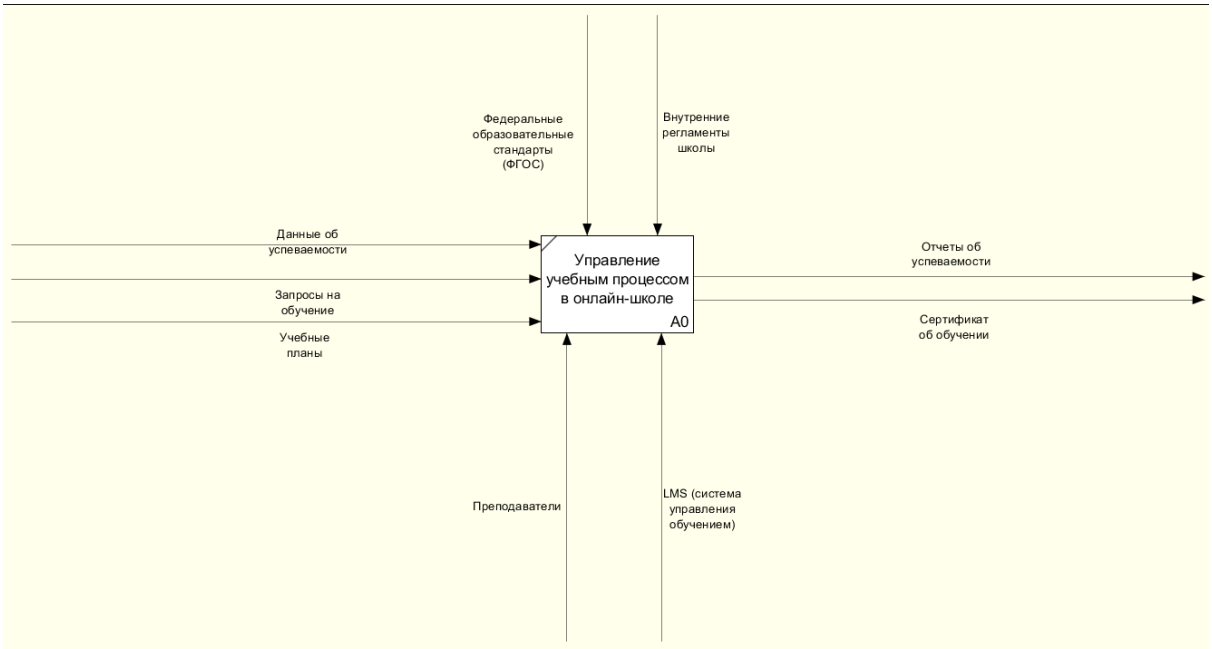


Рис. 1. Контекстный уровень функциональной модели процесса «Управление учебным процессом в онлайн-школе» в нотации IDEF0 «as-is»

Выполнив анализ предметной области, были выделены следующие проблемы: много ручной обработки информации, проблема интеграции с другими сервисами. Для решения проблем принято решение о необходимости автоматизации процесса [5].

На рисунке 2 представлена функциональн*ая* модел*ь* процесса «Управление учебным процессом в онлайн-школе» в нотации IDEF0 «to-be» контекстная диаграмма. В новой модели предлагается централизованная автоматизированная система, позволяющая:

1. Упрощать управление образовательной платформой и интеграцию с другими сервисами;

2. Исключить дублирование данных за счет единой базы;

3. Автоматизировать ключевые административные процессы, снижая нагрузку на сотрудников.

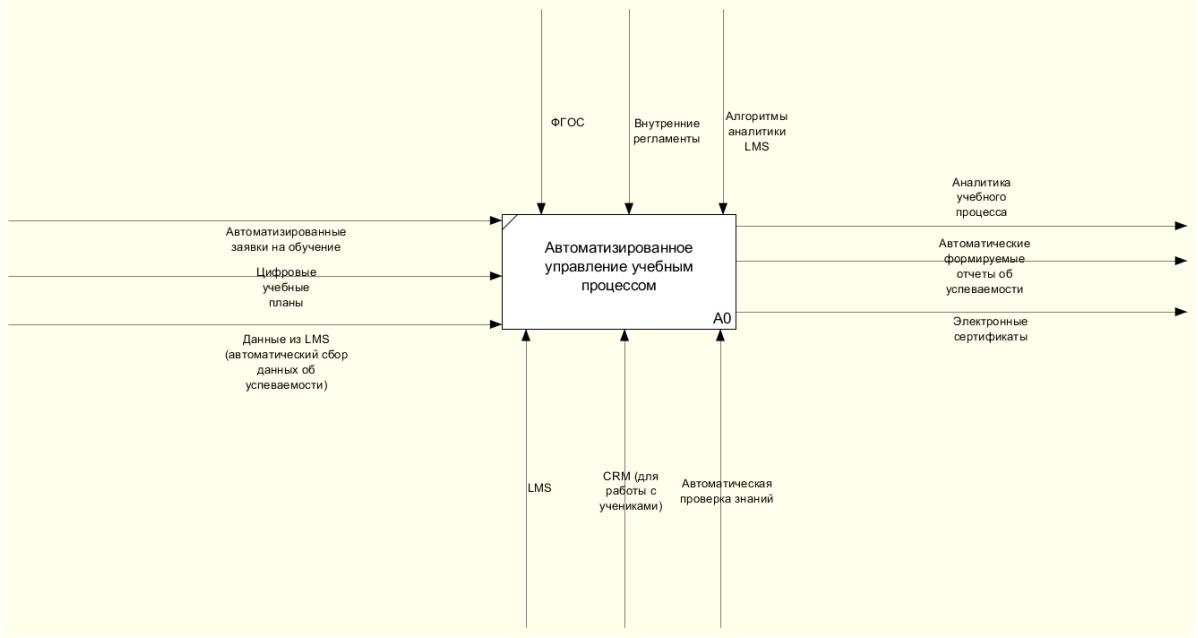


Рис. 2. Контекстный уровень функциональной модели процесса «Автоматизированное управление учебным процессом» в нотации IDEF0 «to-be»

Таким образом, автоматизация управления образовательными процессами в онлайн-школах позволяет значительно повысить качество дистанционного обучения, обеспечивая оперативный контроль за успеваемостью, удобный доступ к учебным материалам и эффективную организацию учебного процесса. Внедрение современных цифровых технологий и автоматизированных систем управления способствует созданию индивидуальных образовательных траекторий, повышению вовлеченности учащихся и оптимизации работы преподавательского состава.

Источники

1. Бабошин В. А., Костюк А. В. Особенности автоматизации процессов управления образовательной деятельностью [Электронный ресурс]. URL:

https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-avtomatizatsii-protsessov-upravleniya-obrazovatelnoy-deyatelnostyu, свободный. (Дата обращения: 01.03.2025).

2. Братищенко В. В. Автоматизация управления учебным процессом в вузе. Опыт разработки и внедрения информационной системы / Под ред. В. И. Смирнова. Екатеринбург: РГППУ, 2021. 254 с.

3. Масленников Н.В. Автоматизация организационных процессов образовательного учреждения спортивной направленности / Н.В. Масленников, М.В. Махмутова // Новые информационные технологии в образовании. Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции. Москва, 2021. С. 171-173.

4. Назарова О. Б. Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие / О.Б. Назарова, О.Е. Масленникова. Изд-во ФЛИНТА, 2023. 261 с.

5. Науменко Е. Н. Исследование технологий дистанционного обучения при подготовке специалистов в области автоматизации и управления // Молодой ученый. 2013. № 53. С. 7023.

6. Смирнова Ж. В., Чайкина Ж. В. Дистанционное образование как процесс управления обучением [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/distantsionnoe-obrazovanie-kak-protsess-upravleniya-obucheniem (Дата обращения: 01.03.2025).

7. Чеботарёв В. Г., Громов А. И. Автоматизация процесса обучения [Электронный ресурс] // Высшая школа экономики. URL: https://publications.hse.ru/view/138884325 (Дата обращения: 01.03.2025).

УДК 004

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ЦЕНТРАМИ

Шабанов Глеб Юрьевич, Зарипова Римма Солтановна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
zaripova.rs@kgeu.ru

Аннотация. В условиях цифровой трансформации образовательной среды управление системами образовательных центров требует применения современных технологий. Цифровые платформы предоставляют инструменты для планирования учебных процессов, мониторинга проектов и взаимодействия между преподавателями, студентами и администрацией. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности управления образовательными инициативами, такими как разработка курсов, организация мероприятий и исследовательская деятельность. Статья посвящена сравнительному анализу цифровых платформ с акцентом на их функциональные возможности и применимость в образовательных центрах. Анализ показал, что выбор платформы зависит от специфики задач центра, бюджета и уровня подготовки команды. Исследование выявило, что платформы различаются по удобству использования, доступности и функционалу, что позволяет образовательным центрам выбирать оптимальные инструменты для своих целей.

Ключевые слова: цифровые платформы, управление системами, образовательный центр, сравнительный анализ, цифровая трансформация, функциональные возможности, образовательные проекты.

ROLE AND COMPARATIVE ANALYSIS OF DIGITAL PLATFORMS IN SYSTEMS MANAGEMENT FOR EDUCATIONAL CENTER

Shabanov Gleb Yuryevich, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
zaripova.rs@kgeu.ru

Abstract. Amid the digital transformation of the educational environment, managing systems in educational centers requires the adoption of modern technologies. Digital platforms offer tools for planning educational processes, monitoring projects, and facilitating collaboration among teachers, students, and administrative staff. The relevance of this topic stems from the need to enhance the efficiency of managing educational initiatives, such as course development, event organization, and research activities. This paper focuses on a comparative analysis of digital platforms, emphasizing their functionality and applicability in educational centers. The analysis revealed that the choice of platform depends on the specific tasks of the center, budget constraints, and the team’s readiness. The

study found that platforms vary in usability, accessibility, and features, enabling educational centers to select the most suitable tools for their objectives.

Keywords: digital platforms, systems management, educational center, comparative analysis, digital transformation, functionality, educational projects.

Современный мир переживает эпоху цифровой трансформации, которая затрагивает все сферы жизни, включая образование [1]. Образовательные центры, будь то учреждения дополнительного образования, тренинговые компании или корпоративные учебные платформы, сталкиваются с необходимостью адаптации к новым условиям. Цифровые платформы становятся неотъемлемой частью управления такими системами, обеспечивая инструменты для планирования, мониторинга, координации и взаимодействия между участниками образовательного процесса [2]. Их внедрение позволяет оптимизировать процессы, повысить прозрачность и улучшить доступность образовательных ресурсов [3].

Актуальность данной темы обусловлена несколькими факторами. Во-первых, растет потребность в эффективных инструментах управления в условиях ограниченных ресурсов и высокой конкуренции. Во-вторых, цифровой разрыв между регионами и социальными группами требует поиска решений, которые сделают образование более инклюзивным. Наконец, развитие технологий открывает новые возможности для автоматизации и анализа данных, что особенно важно для образовательных центров, стремящихся к повышению качества своих услуг [4]. Цель данной работы: провести сравнительный анализ популярных цифровых платформ, используемых в управлении системами образовательных центров, с акцентом на их функциональные возможности, преимущества и ограничения.

Цифровые платформы играют ключевую роль в модернизации управления образовательными центрами. Они предоставляют широкий спектр инструментов, которые помогают решать задачи различной сложности: от составления расписаний и распределения ресурсов до анализа успеваемости студентов и оценки эффективности программ. Такие платформы позволяют централизовать данные, что упрощает доступ к информации для всех участников – преподавателей, студентов, администрации и даже родителей. Это особенно важно в условиях дистанционного или смешанного обучения, где координация между сторонами становится критически значимой.

Одним из главных преимуществ цифровых платформ является автоматизация рутинных процессов. Например, задачи, такие как регистрация участников, уведомления о предстоящих занятиях или генерация отчетов, могут выполняться автоматически, что сокращает временные затраты и минимизирует ошибки. Кроме того, платформы обеспечивают интерактивную коммуникацию

через встроенные чаты, доски обсуждений и системы обратной связи, что способствует улучшению совместной работы. В контексте образовательных центров это позволяет повысить вовлеченность студентов и преподавателей, а также оперативно реагировать на изменения в учебном процессе [5].

Однако внедрение цифровых платформ сопряжено с рядом вызовов. Цифровой разрыв остается одной из ключевых проблем: не все образовательные центры имеют доступ к высокоскоростному интернету или современному оборудованию, а персонал может испытывать трудности с освоением новых технологий из-за недостаточной цифровой грамотности. Другие сложности включают обеспечение безопасности данных (особенно в случае хранения персональной информации студентов), интеграцию платформ с уже существующими системами и высокие затраты на лицензии или обучение сотрудников. Для преодоления этих барьеров требуется не только техническая поддержка, но и организационная готовность, включая разработку стратегий адаптации и повышения квалификации.

Сравнительный анализ платформ позволяет выявить их сильные и слабые стороны, чтобы образовательные центры могли сделать осознанный выбор инструмента, соответствующего их потребностям. Важно учитывать такие критерии, как удобство интерфейса, доступность мобильных приложений, наличие аналитических инструментов, поддержка командной работы и стоимость. В следующем разделе будут рассмотрены популярные платформы, которые могут быть адаптированы для управления образовательными системами, с учетом их функциональных возможностей и практической применимости.

Ниже представлены пять цифровых платформ, которые широко используются в управлении проектами и могут быть адаптированы для нужд образовательных центров. Каждая из них обладает уникальными характеристиками, что делает их подходящими для разных сценариев применения.

EduMaster – это мощная и интуитивно понятная платформа для управления образовательными учреждениями. Основана на принципе комплексного подхода к организации учебного процесса. Поддерживает модули для управления студентами, расписанием, оценками и коммуникацией с родителями. Есть календарь событий, база знаний для хранения учебных материалов и аналитика успеваемости. Подходит школам и колледжам любого размера, которым нужен удобный и гибкий инструмент для автоматизации.

Pro SchoolManager – функциональный инструмент для управления школами с простым интерфейсом. Позволяет вести учет учеников, создавать расписания, отслеживать посещаемость и управлять финансами. Задачи можно просматривать в виде списка, календаря или досок. Поддерживает интеграцию с

облачными сервисами для обмена документами. Подходит образовательным учреждениям, ценящим простоту и эффективность.

UniControl – это универсальная платформа для управления университетами и крупными образовательными структурами. Максимально функциональна: есть модули для планирования курсов, учета студентов, аналитики данных, а также интеграции с внешними системами. Поддерживает разные режимы просмотра (таблицы, диаграммы, календарь). Минус: требует времени на освоение из-за насыщенного функционала. Подходит большим учреждениям, которым нужен инструмент «всё в одном».

LearnEasy – простой и удобный сервис для управления учебным процессом. Работает по принципу минимализма: интуитивный интерфейс, доски для задач, расписания и система приоритетов для учебных проектов. Поддерживает встроенные чаты для общения преподавателей и студентов. Просмотр задач доступен в виде досок или календаря. Подходит небольшим школам и командам, которым важна легкость использования.

CampusPro – российская платформа для управления кампусами и образовательными учреждениями. Подходит для работы с задачами через доски или таблицы. Включает модули для учета студентов, планирования занятий и анализа нагрузки преподавателей. Есть диаграмма Ганта для визуализации сроков. Поддерживает русский язык и локальные требования. Подходит школам и вузам, работающим в гибких и структурированных системах.

Для более наглядного сравнения платформ рассмотрим их по ключевым критериям: функциональные возможности, стоимость, удобство интерфейса, наличие мобильного приложения и применимость для образовательных центров. Результаты представлены в таблице 1.

Цифровое управление образовательными проектами базируется на адаптации классических методологий (Waterfall, Agile, Lean, Kanban) к функционалу цифровых инструментов. Ключевые аспекты включают: обеспечение эффективной коммуникации между преподавателями, студентами и администрацией, автоматизация рутинных задач (например, составление расписаний), консолидация данных в едином репозитории с удобным доступом и контролем версий, а также инструменты для отслеживания прогресса, выявления рисков и анализа эффективности образовательных процессов.

Ориентируясь на проведенный анализ диаграммы, можно сделать вывод, что выбор оптимальной платформы для управления образовательными центрами зависит от приоритетов учреждения и бюджета. Для образовательных проектов, особенно социальных и экономических, важны такие функции, как простота интерфейса для быстрого освоения, интеграция с LMS для онлайн-обучения, управление расписанием, финансовый учет и возможности онлайн-тестирования.

Таблица 1 – Сравнительная таблица цифровых платформ

Название продукта	Требования к системе	Возможности
EduMaster Pro	Простой интерфейс, минимальные требования к обучению	• Управление расписанием занятий • Электронный журнал успеваемости • Интеграция с онлайн-курсами
SchoolManager	Поддержка многопользовательского режима	• Управление учебными планами • Ведение электронных дневников • Генерация отчётов
UniControl	Требуется обучение персонала	• Управление студентами и преподавателями • Финансовый учёт • Интеграция с библиотечными системами
LearnEasy	Минимальные требования к оборудованию	• Электронные учебные материалы • Онлайн-тестирование • Интеграция с LMS
CampusPro	Специализированное решение для вузов	• Управление расписанием • Ведение академической успеваемости • Генерация документов

EduMaster демонстрирует сбалансированный подход: высокая простота интерфейса (8/10 баллов) делает его доступным для пользователей с разным уровнем подготовки, а средние показатели по остальным параметрам (финансовый учет – 6, управление расписанием – 6) делают его универсальным выбором. Подходит для средних школ и колледжей с умеренным бюджетом, где важна легкость использования.

Pro SchoolManager уступает по большинству параметров (финансовый учет – 4, онлайн-тестирование – 2, интеграция с LMS – 2), но может быть полезен для небольших школ с ограниченными потребностями и бюджетом, где не требуется сложный функционал.

UniControl выделяется в финансовом учете (8/10), интеграции с LMS (6/10) и онлайн-тестировании (6/10), что делает его подходящим для крупных университетов с высокими требованиями к аналитике и интеграциям. Однако низкая простота интерфейса (4/10) может затруднить освоение для неподготовленных пользователей.

Таким образом, выбор цифровой платформы для управления образовательными центрами должен основываться на тщательном анализе потребностей учреждения, методологии управления, бюджета и доступного функционала.

Таким образом, цифровые платформы играют ключевую роль в управлении системами образовательных центров, обеспечивая оптимизацию учебных процессов, улучшение взаимодействия между преподавателями, студентами и администрацией, а также повышение прозрачности и эффективности деятельности. Проведенный сравнительный анализ программ

EduMaster, Pro SchoolManager, UniControl, LearnEasy и CampusPro показал, что выбор подходящей платформы должен основываться на специфике задач образовательного центра – будь то управление расписаниями, финансовый учет, интеграция с LMS, организация онлайн-тестирования или координация волонтеров, а также на доступных ресурсах и уровне подготовки команды. Понимание сильных и слабых сторон каждой платформы позволяет образовательным учреждениям адаптировать свои процессы к современным требованиям и эффективно решать поставленные задачи [6, 7].

Исследование выявило, что представленные платформы предлагают разнообразные функциональные возможности: EduMaster и CampusPro обеспечивают сбалансированный подход для средних и крупных учреждений, UniControl выделяется мощным функционалом для сложных проектов, LearnEasy и Pro SchoolManager ориентированы на простоту и экономичность. Однако каждая из них имеет свои преимущества и ограничения, что подчеркивает важность индивидуального подхода к выбору инструмента.

Источники

1. Гнездицкий М.А., Зарипова Р.С. Разработка информационной системы учебного центра для автоматизации образовательного процесса // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 5. С. 270-273.

2. Юсупова Р.И., Зарипова Р.С. Анализ применения автоматизированных систем в образовательном процессе // Казанская наука. 2024. № 9. С. 130-132.

3. Гончарова Н. А., Зайцева Е. В. Цифровые платформы в образовании: возможности и ограничения // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2022. № 3. С. 45-53.

4. Халидов А.А., Магазиева З.А., Зайцева О.В. Внедрение цифровых технологий в образовательную среду вуза в контексте развития интеграционных процессов // Экономика и предпринимательство. 2024. № 1 (162). С. 1398-1403.

5. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

6. Воркунов О.В., Саркарова М.М., Абасов К.А. Цифровые технологии: трансформация образовательного процесса в высшей школе // Экономика и предпринимательство. 2024. № 1 (162). С. 1330-1333.

7. Косулин В. В. Электронные образовательные ресурсы в обучении студентов инженерным дисциплинам // Уральский научный вестник. 2018. Т. 11, № 2. С. 37-42.

УДК 372.8

РАЗВИТИЕ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ СРЕДСТВАМИ ОБРАБОТКИ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ

Щедрина Елена Владимировна
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Россия
s4tormov@yandex.ru

Аннотация. В статье представлено исследование, направленное на выявление особенностей использования средств обработки структурированных данных (на примере решения системы задач инструментами электронных таблиц) для развития логического мышления студентов колледжа.

Ключевые слова: электронные таблицы, обучение информатике, алгоритм, типы данных, система задач.

DEVELOPMENT OF STUDENTS' LOGICAL THINKING BY MEANS OF STRUCTURED DATA PROCESSING

Shchedrina Elena Vladimirovna
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia
s4tormov@yandex.ru

Abstract. The article presents a study aimed at identifying the features of using structured data processing tools (using spreadsheet tools as an example) to develop logical thinking of college students.

Keywords*:* spreadsheets, computer science education, algorithm, data types, task system.

Разработка и реализация образовательных инициатив, поддерживающих формирование культуры логического мышления, – одно из приоритетных направлений деятельности ЮНЕСКО [1]. Эксперты организации отмечают важность использования компьютерного моделирования при формировании системного логического мышления в условиях цифровой экономики и технологического прогресса. По их мнению, применение программного обеспечения для моделирования и других цифровых инструментов способствует освоению востребованных универсальных навыков, а также развитию критического мышления и креативности.

Т. Н. Исупова, Т. В. Можарова, Е. В. Чаплыгина подчеркивают, что формирование мышления как упорядоченной системы умений анализировать,

аргументировать и заключать, призвано облегчить человеку выявление взаимосвязей в многообразных процессах глобализации и преодоление сложностей, продиктованных вызовами будущего [2]. Авторы описывают потенциал автоматизированных вычислений средствами электронных таблиц для развития логического мышления студентов педагогических специальностей. Основная идея их работы – необходимость конструирования наставником системы специально-подобранных задач, учитывающих профиль подготовки.

Одним из решений формирования логического мышления обучающихся является использование технологий обработки структурированных данных. Программное средство MS Excel, как техническая реализация данной образовательной технологии, повышает роль визуальных средств в процессе получения и усвоения знаний, благодаря глубокому и осознанному погружению в виртуальную среду.

Д. А. Шабалина, Д. Ю. Ляпунов, З. В. Шилова, Н. Н. Шадрина определяют, что простой тип данных представляется как неделимый объект [3]. Структурированный тип данных следует рассматривать как сложные объекты, состоящие из наборов элементов, являющихся однотипными данными. Авторы приводят аргументы в пользу того, что информационная деятельность по поиску, сортировке, фильтрации данных способствует развитию вычислительного мышления обучающихся.

Е. В. Соболева, П. М. Горев, Т. Н., Суворова, Т. В. Машарова отмечают, что структуры и алгоритмы обработки данных – это подробные инструкции, по которым осуществляется процесс вычислений, позволяющий достичь требуемого результата [4]. Однако, при разработке подобных инструкций, конструировании систем учебных задач следует учитывать возраст обучающихся (адресатов инструкции/системы задач).

Гипотеза исследования – применение средств обработки структурированных данных (на примере решения системы задач инструментами электронных таблиц) создаст дополнительные условия для развития логического мышления студентов колледжа.

В проводимом исследовании логическое мышление студента колледжа – это мыслительный процесс, в ходе которого осуществляется оперирование логическими понятиями и их конструкциями. Его ключевые характеристики: определённость, последовательность, непротиворечивость и доказательность.

В опытно-поисковой работе были задействованы студенты Технологического колледжа Тимирязевской академии.

Использование технологии обработки структурированных данных на уроке в цифровой среде колледжа способствует достижению положительных метапредметных результатов, таких как рост уровня познавательной мотивации

обучающихся, улучшение усвояемости материала, повышения качества образования в целом.

В качестве базовой дисциплины для её применения в дидактическом процессе выступает дисциплина «Информатика».

Опишем логику взаимодействия участников дидактического процесса в MS Excel, ориентированного на создание условий для развития логического мышления студентов колледжа.

1 этап.

На уроках информатики при изучении технологии обработки электронных таблиц педагоги сообщали студентам колледжа основные понятия темы. Например, каждая функция в Excel характеризуется: названием; назначением (что, собственно, она делает); количеством аргументов (параметров); типом аргументов (параметров); типом возвращаемого значения.

По характеру аргументов встроенные функции можно разделить на три типа:

– с перечислением аргументов (от одного до 255). Например, функция СРЗНАЧ (A2:C12; E7;200;5;14) возвращает среднее значение аргументов;

– с фиксированными аргументами. Например, функция СТЕПЕЬ (5,5;4) возводит первый аргумент (5,5) в степень второго аргумента (4);

– без аргументов. Например, функция СЕГОДНЯ () возвращает текущую дату.

Далее студенты Технологического колледжа Тимирязевской академии применяли каждую из функций для решения учебных задач. Например,

Известно, что все люди на Земле делятся на группы по индексу массы тела. Создайте таблицу, которая по массе и росту определяет, к какой группе относится человек (дефицит массы тела, норма, ожирение и т. п.).

2 этап.

Изучение аналитических возможностей табличного процессора. Здесь предлагалась следующая последовательность тем: «Сортировка и фильтрация», «Расширенный фильтр».

Приведём пример системы задач для отработки навыков по применению указанных функций.

Задание 1.

С использованием «Автофильтра» в таблице «Сотрудники» ответьте на вопросы (проверяйте правильность ответов, пользуясь подсказками в скобках):

– Сколько человек работает на складе? (Ответ: 6).

– Сколько сотрудников имеют среднее или среднее-специальное образование? (Ответ: 25).

– Сколько мужчин с высшим образованием? (Ответ: 9).

– У скольких сотрудников со средним или средним специальным образованием оклад менее 8000 руб.? (Ответ: 11).

– У скольких сотрудников день рождения в январе? (Ответ: 13).

Расширенный фильтр. Если требуется отфильтровать данные с помощью сложных условий, можно использовать «Расширенный фильтр».

Для создания расширенного фильтра необходимо сначала сделать небольшую заготовку: нужно вставить над таблицей пустые строки, в первую из которых скопировать заголовки всех столбцов таблицы.

При использовании расширенного фильтра условия с союзом «И» должны располагаться в одной строке, а условия с союзом «ИЛИ» – в разных.

Задание 2.

По таблице «Образование сотрудников» с использованием расширенного фильтра найдите сотрудников, женского пола с окладом более 10000 руб. и сотрудников мужского пола с окладом менее 8000 руб.

Алгоритм работы:

– вставьте четыре пустые строки НАД исходной таблицей;

– в первую вставленную строку скопируйте заголовки всех столбцов таблицы;

– во вторую вставленную строку введите условия отбора согласно заданию (пол – жен, оклад > 10000);

– в третью вставленную строку введите условия отбора согласно заданию (пол – муж, оклад < 8000). Поскольку первое и второе условие связаны союзом ИЛИ, они находятся в разных строках.

Задание 3.

Используя сортировку в таблице «Сотрудники» определите:

– Кто в списке по алфавиту будет последний?

– У кого самый большой оклад?

– Кто самый молодой?

– У кого самый большой стаж работы?

3 этап.

Решение проектной задачи. Составьте и оформите таблицу «Результаты тестирования» для Вашей группы. Средствами электронных таблиц выполните необходимые расчёты и действия таким образом, чтобы ответить на вопрос: сколько обучающихся получили «зачтено» и сколько – «не зачтено».

Таким образом, студенты колледжа получали опыт выполнения определённых действий – расчётов по формулам. Все действия следовали друг за другом и логически продолжались в рамках системы задач. Решению каждой задачи предшествовало групповое обсуждение возможного ответа, но только автоматизированный расчёт средствами обработки данных позволял получить непротиворечивый и доказательный результат.

Проводимое исследование показывает, что использование средств обработки структурированных данных и решение системы учебных задач способствует развитию умений и навыков, составляющих основу логического мышления студентов Технологического колледжа Тимирязевской академии.

Источники

1. UNESCO’s action in education – 2030 [Электронный ресурс]. URL: https://www.unesco.org/en/education/action (дата обращения: 22.12.2024).
2. Исупова Т. Н., Можарова, Т. Н., Чаплыгина, Е. В. Возможности табличного процессора для развития логического мышления будущих педагогов в рамках новой модели обучения // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2024. № 5 (май). С. 189–207.
3. Шабалина, Д. А., Ляпунов, Д. Ю., Шилова, З. В., Шадрина, Н. Н. Развитие вычислительного мышления студентов – будущих педагогов с помощью решения задач по обработке структурированных данных // Перспективы науки и образования. 2024. №4(70). С. 67–83.
4. Соболева Е. В., Горев П. М., Суворова Т. Н., Машарова Т. В. Формирование творческого мышления школьников средствами интерактивных лент времени в условиях дополнительного образования // Перспективы науки и образования. 2024. № 1 (67). С. 622-639.

УДК 004

РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ИТ-ПРОЕКТАХ

Юсков Никита Андреевич[1], Макашова Вера Николаевна[2]
[1]ООО «Парадокс»
[2]Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова
[1]yuskovmgtu@mail.ru, [2]makashova.vera@mail.ru

Аннотация: В данной статье рассматривается важность обучения и развития навыков управления рисками в ИТ-проектах. Эффективное управление рисками является ключевым фактором для успешного завершения проектов в условиях постоянных изменений технологий. В статье описаны основные навыки, необходимые для управления рисками, методы обучения, а также структура программы обучения. Отдельное внимание уделяется созданию культуры открытости и постоянного обучения в командах, что способствует улучшению их общей эффективности и снижению вероятности возникновения проблем.

Ключевые слова: Управление рисками, ИТ-проекты, обучение, развитие навыков, методология, кейс-стадии, программа обучения, командная работа.

DEVELOPMENT OF RISK MANAGEMENT SKILLS IN IT PROJECTS

Yuskov Nikita Andreevich[1], Makashova Vera Nikolaevna[2]
[1]Paradox LLC
[2]Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov
[1]yuskovmgtu@mail.ru, [2]makashova.vera@mail.ru

Annotation: This article discusses the importance of training and developing risk management skills in IT projects. Effective risk management is a key factor for the successful completion of projects in an environment of constant technological change. The article describes the essential skills needed for risk management, training methods, and the structure of a training program. Special attention is given to fostering a culture of openness and continuous learning within teams, which contributes to enhancing their overall effectiveness and reducing the likelihood of problems arising.

Keywords: Risk management, IT projects, training, skill development, methodology, case studies, training program, teamwork.

Современные ИТ-проекты функционируют в условиях высокой степени неопределенности, обусловленной динамичной трансформацией технологических ландшафтов, возрастающей сложностью систем и стохастичностью внешней среды. В данном контексте управление рисками приобретает критическое значение как механизм минимизации негативных

воздействий на ключевые параметры проектов – сроки, бюджет и качество. Однако эффективная реализация процессов риск-менеджмента невозможна без формирования у сотрудников соответствующих компетенций, что требует внедрения системного подхода к обучению и профессиональному развитию персонала.

Целенаправленное обучение в области управления рисками способствует:

– повышению предиктивной способности команды, что позволяя на ранних стадиях идентифицировать и нивелировать потенциальные угрозы;

– снижению частоты возникновения критических инцидентов, негативно влияющих на основные метрики проекта;

– формированию когнитивной устойчивости у сотрудников, что повышает эффективность принятия решений в условиях неопределенности.

Цель данной статьи заключается в рассмотрении методов и стратегий обучения, которые позволят развивать навыки управления рисками, а также в предложении структурированной программы обучения.

Значимость обучения в управлении рисками обуславливается тем, что обучение в управлении рисками – это неразрывно связанный с проектным менеджментом процесс, который способствует созданию эффективной команды. Важность этого направления обусловлена несколькими ключевыми факторами:

1. Основные аспекты успешного обучения в управлении рисками включают:

– создание среды доверия и открытости, где сотрудники могут делиться идеями и обсуждать потенциальные проблемы;

– непрерывное развитие навыков через регулярное обучение и практическое применение знаний;

– учет специфики проекта: обучение должно быть адаптировано под конкретные потребности команды.

Эффективное управление рисками требует овладения рядом ключевых навыков, которые можно разделить на несколько этапов:

2. Идентификация рисков заключается в умении распознавать потенциальные угрозы и возможности на всех стадиях проекта. Этот процесс включает использование таких инструментов, как мозговой штурм, SWOT-анализ и диаграммы причинно-следственных связей.

3. Оценка рисков: Анализ вероятности наступления рисков и их возможных последствий с помощью качественных и количественных методов. Например:

– качественные методы: матрица вероятности-воздействия.

– количественные методы: анализ дерева решений, статистическое моделирование.

4. Разработка стратегий управления рисками включает создание планов по предотвращению, снижению или переносу рисков и требует креативного подхода и стратегического мышления.

5. Мониторинг и контроль рисков предполагают постоянное наблюдение за изменениями в проектной среде и своевременное реагирование на новые угрозы.

6. Коммуникация играет ключевую роль в эффективном управлении рисками, так как она невозможна без четкой и прозрачной связи внутри команды и с внешними заинтересованными сторонами.

Эффективное развитие профессиональных навыков в сфере риск-менеджмента требует комплексного подхода, сочетающего теоретическую подготовку с практико-ориентированными формами обучения. Научные исследования в области педагогики профессионального образования подчеркивают необходимость применения диверсифицированных методик, адаптированных к специфике предметной области.

Регулярные тренинги и семинары выступают базовым элементом образовательного процесса, обеспечивая формирование унифицированной концептуальной базы среди участников проектных команд. Данный формат позволяет не только транслировать фундаментальные принципы риск-менеджмента, но и организовывать непосредственное взаимодействие с отраслевыми экспертами, что способствует трансферу практического опыта.

Практико-ориентированные методы обучения, в частности анализ кейсов (case-study), демонстрируют особую эффективность в контексте развития навыков риск-менеджмента. Исследования в области когнитивной психологии подтверждают, что разбор реальных ситуаций (как успешных, так и проблемных проектных кейсов) способствует формированию у обучающихся способности к рефлексивному анализу и развитию ситуационной осведомленности.

Современные цифровые образовательные технологии открывают новые возможности для профессионального развития. Онлайн-курсы и вебинары, предлагаемые специализированными платформами (Coursera, edX, Udemy), обеспечивают доступ к актуальным знаниям в соответствии с принципами непрерывного образования (lifelong learning). Особую ценность представляют программы, разработанные ведущими технологическими компаниями и университетами, содержащие апробированные методики риск-анализа.

Инновационным направлением в обучении риск-менеджменту являются имитационные методы (симуляции, деловые игры), позволяющие моделировать критические ситуации в контролируемых условиях. Подобные подходы, способствуют развитию когнитивной гибкости и формированию навыков оперативного принятия решений в условиях неопределенности, что особенно актуально для ИТ-сферы с ее высокой динамикой изменений.

Программа обучения в области риск-менеджмента должна интегрировать когнитивные, практические и аналитические компоненты, обеспечивая комплексное формирование профессиональных компетенций. В таблице 1 представлена структурированная модель образовательного курса.

Таблица 1. Модульная структура программы обучения управлению рисками

Модуль	Содержательные компоненты	Дидактические методы
Теоретические основы риск-менеджмента	– концептуальные модели управления рисками (ISO 31000); – таксономия рисков ИТ-проектов – принципы риск-ориентированного мышления	– проблемная лекция с элементами дискуссии; – анализ кейсов организационных failures
Методы идентификации рисков	– SWOT-анализ и PESTLE-анализ; – метод Дельфи; – причинно-следственный анализ (Ishikawa)	– практикум с применением проектных документов; – компьютерные симуляции
Количественная и качественная оценка	– матрицы вероятности/воздействия; – метод Монте-Карло; – FMEA-анализ	– групповой workshop с кейс-стадии; – статистическое моделирование
Стратегии реагирования на риски	– Методы избегания, трансфера, митигации и акцептации рисков; – Разработка risk response plans	– деловые игры; – анализ best practices из Agile и DevOps
Мониторинг и контроль	– метрики эффективности risk-менеджмента – адаптивные системы раннего предупреждения	– итоговый круглый стол с разбором реальных проектов; – аудит учебных проектов

Предложенная структура реализует принцип постепенного усложнения когнитивных задач начиная с формирования концептуальных знаний и заканчивая развитием навыков стратегического управления рисками. Особое внимание уделяется активным методам обучения, что соответствует современным тенденциям в профессиональном образовании, доказавшим их эффективность в развитии критического мышления и практических навыков. Интеграция цифровых инструментов (компьютерные симуляции, системы бизнес-моделирования) позволяет создать аутентичную среду для отработки навыков, приближенную к реальным условиям ИТ-проектов. Заключительный модуль программы акцентирован на формировании метакогнитивных навыков

рефлексии и адаптивного управления, что особенно важно в условиях изменяющейся среды.

Развитие навыков управления рисками в ИТ-проектах – это важная составляющая успешного проектного менеджмента. Обучение сотрудников помогает минимизировать возможные риски, повысить уверенность команды и улучшить ее эффективность. В условиях быстро меняющегося мира технологий и неопределенности инвестиции в обучение становятся необходимыми для устойчивого успеха проектов.

Источники

1. Громов, А. И. Управление бизнес-процессами: современные методы: монография / А. И. Громов, А. Фляйшман, В. Шмидт. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 367 с.

2. Бородин, С. А. Управление проектами в информационных технологиях / С. А. Бородин. – Москва: Инфра-М, 2020. – 412 с.

3. Ковалев, А. В. Основы управления рисками в проектах: учебное пособие / А. В. Ковалев. – Санкт-Петербург: Питер, 2019. – 296 с.

4. Павлова, И. Н. Методология управления рисками в ИТ-проектах / И. Н. Павлова. – Екатеринбург: Урал-Пресс, 2021. – 343 с.

5. Сидоров, П. П. Риски в ИТ: теория и практика: учебное пособие / П. П. Сидоров. – Москва: Альпина Паблишер, 2022. – 265 с.

6. Тихомиров, Д. В., Калина, А. С. Кейс-стадии в обучении управлению рисками: учебное пособие / Д. В. Тихомиров, А. С. Калина. – Казань: Казанский университет, 2023. – 198 с.

7. Zio, E. Risk assessment in engineering projects / E. Zio. New Jersey: Wiley, 2018. 352 p.

УДК 004:316

РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ КОММУНИКАТИВНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Юсупова Регина Ильдаровна, Зарипова Римма Солтановна
КГЭУ, г. Казань, Россия
regjnayusupova2805@yandex.ru

Аннотация. Данная статья посвящена анализу роли цифровых технологий в развитии коммуникативных компетенций обучающихся. Рассматриваются преимущества использования цифровых инструментов для развития навыков устной и письменной речи, публичных выступлений, межкультурной коммуникации и критического мышления. В статье говорится о вызовах, связанных с цифровым разрывом, кибербуллингом и информационной перегрузкой. Предлагаются пути решения упомянуты проблем.

Ключевые слова: цифровые технологии, коммуникативная компетенция, образование, онлайн-обучение, цифровизация, цифровые инструменты, кибербуллинг.

THE USE OF ADAPTIVE EDUCATIONAL PLATFORMS AND COURSES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Yusupova Regina Ildarovna, Zaripova Rimma Soltanovna
KSPEU, Kazan, Russia
regjnayusupova2805@yandex.ru

Abstract. This article is devoted to the analysis of the role of digital technologies in the development of students' communicative competencies. The advantages of using digital tools for developing the skills of oral and written speech, public speaking, intercultural communication and critical thinking are considered. The article talks about the challenges associated with the digital divide, cyberbullying and information overload. Solutions to the mentioned problems are proposed.

Keywords: digital technologies, communicative competence, education, online learning, digitalization, digital tools, cyberbullying.

Образовательная среда претерпевает цифровую трансформацию, благодаря этому открываются новые возможности для формирования и развития навыков эффективного взаимодействия и сотрудничества в цифровой среде. В современном обществе коммуникативные компетенции становятся ключевым фактором успешной социализации и профессиональной реализации личности. Умение эффективно коммуницировать в различных форматах, используя разнообразные цифровые инструменты, критически оценивать информацию и

конструировать собственные сообщения приобретает особую значимость. Традиционные же методы обучения не всегда способны в полной мере обеспечить формирование необходимых коммуникативных навыков в цифровой среде. Актуальной задачей современного образования становится разработка и внедрение новых методик и подходов, основанных на использовании цифровых технологий.

В научной литературе достаточно активно исследуется влияние цифровых технологий на развитие коммуникативных компетенций обучающихся. Соснина Н. Г. подчеркивает, что цифровые технологии способствуют формированию социокультурной компетенции в условиях ограниченной языковой среды [1]. Иванова А. В. рассматривает, как цифровизация образования создает новые инструменты для улучшения устных и письменных навыков [2]. Петров И. Н. отмечает, что видеоконференции и вебинары способствуют развитию навыков публичного выступлении.

Наблюдается ряд преимуществ, обусловленных применением цифровых инструментов. Рассмотрим каждый из них подробнее:

1. Онлайн-платформы позволяют заниматься на интерактивных курсах, тренингах, выполнять практические упражнения и задания, направленные на эффективное выражение мыслей, построение аргументации и ведение дискуссии. Так же это способствует развитию навыков восприятия, обработки и интерпретации информации, что является неотъемлемой частью коммуникативной компетентности.

3. Групповые чаты и другие платформы для онлайн-коммуникации предоставляют обучающимся возможность активно участвовать в дискуссиях, обмениваться мнениями и аргументировать свою точку зрения, развивая навыки ведения диалога и убеждения.

4. Конференции в видео формате, вебинары и онлайн-презентации создают виртуальную среду для практики публичных выступлений. Развиваются навыки ораторского искусства, управления аудиторией и интерпретации получаемой обратной связи.

5. Интернет, социальные сети, мессенджеры позволяют обучающимся взаимодействовать с широкой аудиторией, в том числе с носителями других языков и культур.

6. Работа с большими объемами информации в цифровой среде требует от обучающихся умения анализировать, оценивать и интерпретировать информацию, выявлять достоверные источники [3].

7. Цифровые технологии создают благоприятные условия для совместной работы над проектами, обмена идеями, коллективного решения задач.

Внедрение цифровых технологий в образование сталкивается с определенными вызовами: неравномерный доступ к цифровым ресурсам и

технологиям может усугублять социальное неравенство в образовании, риски кибербуллинга и других форм онлайн-агрессии, учащиеся нуждаются в навыках эффективного поиска, отбора и анализа информации в условиях ее избытка.

Решение данных проблем требует разработки эффективных стратегий интеграции цифровых технологий в образовательный процесс.

1. Преодоление цифрового разрыва [4]. Субсидирование покупки устройств и подключения к интернету для малообеспеченных семей и школ. Создание точек доступа Wi-Fi, льготные интернет-тарифы для обучающихся.

2. Противодействие кибербуллингу. Обучение безопасному поведению в интернете, цифровому этикету и защите данных [5]. Модерация онлайн-платформ и мониторинг сетевой активности. Развитие эмпатии, уважения и стрессоустойчивости у обучающихся.

3. Борьба с информационной перегрузкой. Обучение информационной грамотности, фактчекингу и критическому анализу. Обучение работе с инструментами организации информации. Формирование культуры цифрового детокса и внедрение «цифровых перерывов».

Таким образом, цифровые технологии играют важную роль в развитии коммуникативных компетенций обучающихся. Необходимо разрабатывать новые методики и подходы к обучению, направленные на формирование у обучающихся необходимых цифровых компетенций, а также обеспечивать равный доступ к цифровым ресурсам и технологиям.

Источники

1. Салтанаева Е.А., Эшелиоглу Р.И., Бекетова С.И. Цифровые компетенции как обязательная компонента высшего образования // Russian Journal of Education and Psychology. 2023. Т. 14. № 2-2. С. 152-156.

2. Шорина Т.В. Реализация творческого потенциала студентов в образовательной среде вуза // Russian Journal of Education and Psychology. 2021. Т. 12. № 4-2. С. 313-319.

3. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Влияние информации на молодое поколение // Социальная онтология России: сборник научных статей XIV Всероссийских Копыловских чтений. Новосибирск, 2020. С. 479-481.

4. Галиуллина Э.Р., Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Проблема возрастного цифрового разрыва современности // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. Т.10. № 4. С. 25-29.

5. Пырнова О.А. Культура информационной безопасности // Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 153-157.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ

Агеенко Б.М., Тюнин Е.Б. Децентрализованное корпоративное управление: потенциал и модели применения блокчейна ……... 3
Адиль Р., Хамитова Д.В. Аддитивные технологии в производстве оборудования …. 7
Акимова К.С., Филина О.В. Трансформация бизнес-процессов через интеграцию информационных систем и цифровых экосистем …… 12
Аксенова Л.Е. Архитектура офтальмологической платформы EyeTech на основе микросервисов …… 16
Александров М.А. Эффективность программной реализации протоколов MQTT и Modbus в условиях промышленного интернета вещей …… 20
Александрова К.В., Салихова Р.Р. Автоматизация процессов на маркетплейсах: сервисы и инструменты …….. 24
Алексеев Д.В., Закиров Б.М. Разработка модуля цифровой экосистемы маршрутизации диспансеризации пациентов …….. 28
Ал-Зубаиди Азхар Кхудхаир. Вопросы интеграции искусственного интеллекта в цифровое здравоохранение с помощью стандарта обмена данными FHIR…… 32
Аманов С.Т., Аманов А.Д., Гаррыев Д.Т. Цифровое решение для сельскохозяйственного сектора ……. 35
Аманов С.Т., Султанов С.Г., Доврангелдийев Д.Д. Создание компактного программного обеспечения для цифрового сбора данных химических формул …….. 41
Амирханова А.Ф., Бабиков О.Е. Технологии обмена данными при использовании IoT-технологий ……... 45
Анисимов А.В. Web приложения и решение задач проектирования …… 49
Астахов А.М. Ограничение подмножества рассматриваемых вершин графа в задаче поиска кратчайшего пути…… 53
Атаев М.А., Аррыкова Г.К., Аннаева А.Р. Возможности программного обеспечения, учитывающие энергопотребление лампами ……. 58
Байбахова К.Ш. Оптимизация тепловых сетей в условиях изменяющихся нагрузок 62
Байкалова Е.Р., Тюнин Е.Б. Применение блокчейна в логистике ……... 69
Байкалова Е. Р., Цукахина М.А. Информационные системы бухгалтерского учета в логистике …….. 72
Бармина А. А., Хамитова Д.В. 3D-сканер как элемент системы ЧПУ станка: инновации в производстве и прототипировании ……. 76
Батенков К.А. Анализ показателей качества передачи данных в сетях ATM на основе статистики потерь и ошибок ячеек …… 81
Богатырёва Л.А., Минина Е.А. Роботизация в России – фактор цифровизации АПК …….. 85
Богомолов Б.К. Исследование HDL-модели 16-bit RISC микропроцессора гарвардской архитектуры ……... 90
Булатова О.Ю. Применение кибер-физико-социальных систем (КФСС) в транспортной отрасли …… 96
Буримский Н.А., Голованов Р.В., Борисов В.В. Разработка системы мониторинга уровня влажности и управления дополнительным освещением растений 101
Валиуллина С.Ш., Зарипова Р.С. Сравнительный анализ систем управления событиями 106
Васильева В.А., Платонова С.П., Радек Р.С. Роль цифровых двойников в прогнозировании и управлении рисками 111

Васильева В.А., Платонова С.П., Радек Р.С. Имитационные модели как инструмент формирования требований к системной безопасности информационных систем …….. 116
Вдовина В.А., Зинуров В.Э. Экономическая эффективность внедрения цифровых двойников в образовательные программы по 3D-моделированию и аддитивным технологиям …… 122
Волкова Е.В. Цифровой двойник АЭС жизненного цикла энергоблока ……... 126
Габдрахманова С.Е., Хамитова Д.В. Применение технологии 3D печати в строительстве …….. 130
Гальцева К.Д., Коврижных О.Е. Оценка рисков и их влияние на экономическую эффективность ИТ-проектов ……. 134
Гальцева К.Д., Смирнов Ю.Н. Цифровая среда торговли …… 138
Гарипова А.Д., Зарипова Р.С. Методология построения систем управления базами знаний для интеллектуальных систем ……... 142
Гарипова А.М., Салихова Р.Р. Экономическое влияние использования цифровых двойников на предприятии …… 144
Гафиятуллина А.А., Пырнова О.А. Оптимизация запросов в реляционных базах данных ……. 150
Герасимова Т.В., Хайрулин А.В. Управленческое решение по автоматизации системы ведения посещаемости клиентов в фитнес-центре «Fitness Life» …… 157
Гильмутдинова З.А., Салихова Р.Р. Цифровая экосистема в транспорте и логистике: оптимизация и эффективность ……... 161
Гильмутдинова Р.И., Салихова Р.Р. Роль и значение торговли в сфере товарного обращения в условиях цифровизации экономики …… 164
Гиматдинов И.Р., Зарипова Р.С. Анализ программных продуктов для управления базами данных ……. 167
Грабчак Е.П., Григорьев В.В., Логинов Е.Л. Мониторинг процессов управления элементами организационно-технической суперсистемы с использованием модели цифрового «двойника» энергетического объекта в условиях гибридных атак ……. 171
Грачев И.Р., Хамитова Д.В. Аддитивные технологии в производстве сельскохозяйственной техники ……. 174
Гриднев М.А., Тюнин Е.Б. Технологии блокчейн в здравоохранении …… 178
Гудов А.С., Фадеев Б.К., Савченко Д.А. Анализ бизнес – процесса разработки дронов в компании «ДронТех» …….. 181
Гусев А.Ю., Хамитова Д.В. Использование аддитивных технологий при производстве сельскохозяйственной техники ……. 184
Гуськов С.М., Полукаров Д.Ю. Автоматизированная информационная система моделирования компьютерных сетей стека TCP/IP ……. 188
Данилова А.А., Кривоносова Н.В. Цифровой след и репутационный менеджмент: как защитить личность в эпоху Big Data ……... 194
Денисенко В.К., Бушков А.С., Иванова Я.Е. Внедрение веб-сервиса для мониторинга и оценки ключевых метрик компании …… 198
Деркач А.А., Кухаренко Л.В. Влияние 5G на развитие цифровой экономики и новые возможности для бизнеса …… 203
Дзенаускас И.Д., Смородин Г.Н. Решение задачи сбора данных из динамически изменяющегося файлового хранилища в рамках экосистемы Google …… 208
Дмитриев М.С. Анализ бизнес архитектуры мобильных приложений с использованием ИИ-агентов …….. 211
Дронина А.А., Коврижных О.Е. Влияние ИТ-инноваций на устойчивое развитие экономических систем …… 215
Дронина А.А., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники предприятий: сценарий развития предприятия …… 219

Дыдалин Г.Д., Зарипова Р.С. Выбор протокола для клиент-серверного взаимодействия ……... 223
Дюндина В.П., Наумов А.Д. Оптимизация производства электромобилей путем применения технологий цифровых двойников …… 226
Дюндина В.П., Сергачев Н.С. Использование цифровых двойников для электромобилей …….. 231
Евдокимов А.О., Курочкин С.В. Оптимизация настройки систем аудита для российских операционных систем: принципы и практические рекомендации для клиентских решений ……... 235
Евсеев В.П. Планирование подспутниковой непрерывной съёмки ……... 240
Жуков С.В., Ковалева О.А., Ковалев С.В. Оптимизация метрики Total Blocking Time в Lighthouse путём сокращения количества DOM-элементов HTML страницы . 245
Завьялова У.В., Самохвал А.Д. Моделирование бизнес-процесса анализа личных антропометрических и физических данных клиента спортивного клуба …….. 249
Загородняя Е.В. Искусственный интеллект в диагностике и лечении хронической болезни почек …….. 253
Зайдуллина Э.Р., Коврижных О.Е. Влияние облачных технологий на экономическую эффективность ИТ-проектов …….. 257
Зайдуллина Э.Р., Смирнов Ю.Н. Роль цифрового производства в цифровой экосистеме ……... 261
Закирова С.И., Хамитова Д.В. Применение аддитивных технологий ……. 264
Зарипова К.И., Коврижных О.Е. Влияние организационных изменений на управленческую эффективность ИТ-проектов …… 268
Зарипова К.И., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники систем управления технологическими процессами …….. 272
Иванова В.Р. О сетевых протоколах передачи и обмена данными в сетях IoT ……. 277
Ильина А.А. Блокчейн-технологии и их применение за пределами криптовалют ….. 280
Ильина А.А. Разработка IoT-решений на базе Arduino с использованием NoSQL баз данных ……. 283
Ильина Д.И. Оптимизация производительности базы данных с помощью покрывающих индексов ……. 286
Ильина Е.Д., Коврижных О.Е. Выбор метрик для оценки экономической эффективности ИТ-проектов ……. 290
Смирнов Ю.Н., Ильина Е. Д. Программное обеспечение цифровых двойников: назначение, функционал и платформа …….. 295
Ильина Е.А. Цифровые решения для циркулярной экономики …… 299
Иркагалиева Г.И., Хамитова Д.В. Перспективы 3D сканеров ……. 303
Кадргулов И.С., Хамитова Д.В. Создание 3D-сканера ……. 307
Калачева Д.А., Хамитова Д.В. Аддитивные технологии для производства и ремонта сельскохозяйственной техники …….. 310
Калимуллина И.И., Салихова Р.Р. О цифровизации АПК в Республике Татарстан 314
Камалетдинов Р.Р., Зарипова Р.С. Перспективы привлечения инвестиций в блокчейн и метавселенные ……. 318
Камалетдинов Р.Р., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники предприятий: сценарий развития предприятия …… 323
Каримова А.Р., Сорокина А.С., Назарова О.Б. Обоснование выбора ИТ-решения по проекту реинжиниринга процесса учета контингента студентов ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» …… 328
Клименко А.Д. Цифровые экосистемы промышленных предприятий: интеграция технологий, устойчивое развитие и экосистемный подход ……. 333
Колосова С.А. Сравнительный анализ графических интерфейсов (GUI) для системы контроля версий GIT ……... 338

Колыхалова Е.В., Голикова Т.А., Подолина М.Г. Применение чат-бота как одного из механизмов сбора данных при построении аналитической информационной системы ……. 342
Коровин Е.Н., Сергеева М.А., Степанова А.Ю. Медицинская информационная система «Патоморфология»: проектирование и реализация ……... 345
Корсакова А.Д., Коврижных О.Е. Искусственный интеллект и человеческий фактор: плюсы и минусы минимизации влияния через автоматизацию процессов ….. 350
Корсакова А.Д., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники технологий ……. 353
Кузеняткин Н.Ф., Хамитова Д.В. Перспективы 3D сканеров …….. 357
Кунакбаев А.Р., Коврижных О.Е. Синергетический эффект от взаимодействия ИТ и бизнес-стратегий …….. 361
Кунакбаев А.Р., Смирнов Ю.Н. Архитектура (компоненты) программного обеспечения цифровых двойников ……... 366
Латыпов Т.И., Коврижных О.Е. Экономическая эффективность облачных решений: качественные и количественные аспекты ……... 370
Лесовский В.А., Коврижных О.Е. Использование машинного обучения для прогнозирования эффективности ит-проектов …… 374
Лесовский В.А., Халидов А.А. Программное средство для автоматизации процесса повышения квалификации сотрудников предприятия …… 379
Леушкин М.Ю., Идрисов Д.Д., Плюснин М.Д. Анализ бизнес-процесса «закупка комплектующих» с использованием нотации ARIS eEPC …….. 383
Лисовин О.А., Яхонтова И.М. Особенности архитектуры информационных систем на фреймворке Blazor ……. 387
Макарова И.В., Баринов А.С, Халяпин И.В. Совершенствование управления автономным технологическим транспортом с помощью информационной системы . 390
Макарова И.В., Баринов А.С., Халяпин И.В. Совершенствование управления автономным технологическим транспортом с помощью информационной системы . 390
Маслов И.Г. Оптимизация выбора лидирующего сервера в алгоритме Raft ……. 395
Меланич А.В. Цифровые двойники в управлении жизненным циклом промышленных объектов: комплексный анализ технологий и практик внедрения …. 399
Минакова О.В., Муринов К.Е. Построение программного инструмента организации интерактивной обратной связи аудитории ……. 403
Миронова К.А., Корчагина А.И. Управленческое решение по автоматизации системы учета питомцев в приюте для животных …… 408
Михеев А.С., Коврижных О.Е. Влияние корпоративных ценностей на успех ИТ-проектов в условиях цифровой экономики ……... 412
Михеев А.С., Смирнов Ю.Н. Компоненты цифровых двойников предприятия: облачные технологии ……. 417
Москвин А.Д., Петросян Л.Э. Разработка цифрового двойника экосистемы умного города: интеграция информационных систем и моделирование в реальном времени 421
Мутаев И.И., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники оборудования …….. 425
Мухаметзянов И.И., Филимонова Т.К. Цифровые двойники как ключевой элемент Industry 4.0: трансформация бизнеса через виртуальные модели ……... 429
Мухаметшин Р.Д., Хамитова Д.В. Приоритетность технологий аддитивного производства в контексте современной промышленности ……. 432
Мырадов П.С. Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования …….. 436
Набиуллин А.М., Аминов В.А., Гусев М.С. Анализ проблемы автоматизации закупочной деятельности в компании «СБОРочкаПК» ……... 440
Надежкин В.А., Надежкина С.А., Мусин А.Р. Оценка влияния на восстанавливаемость устройств ЖАТ использования систем технического диагностирования и мониторинга ……. 444

Нартова Е.А., Гетманская А.В. Инновационные подходы применения САПР в землеустройстве и кадастрах ……. 449
Нартова Е.А., Елизарова В.А., Лущай А.К. Применение ГИС для целей государственного мониторинга земель ……. 454
Насонов М.А. Оценка уровня зрелости предприятия для интеллектуальной поддержки принятия решений в ТОиР ……..... 459
Насретдинов М.Р., Файзуллин И.А., Хамитова Д.В. Использование аддитивных технологий для производства сложных металлических деталей …… 464
Нгуен Ван Хань, Дам Ван Тхинь. Применение MIMO-технологий для повышения эффективности связи в системах интернета вещей …….. 468
Несмейко А.В., Бабиков О.Е. Применение IoT-технологии для энергетики ЖКХ в республике Татарстан ……. 472
Несмейко А.В., Салихова Р.Р. Применение цифровых двойников для моделирования и оптимизации процессов в электронной торговле ……... 475
Никифорова М.Д. Анализ проблемы отсутствия автоматизированной системы технической поддержки пользователей в университете ……. 478
Николаева Д.А., Коврижных О.Е. Управленческая эффективность ИТ-проектов: ключевые показатели и их измерение ……... 482
Николаева Д.А., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники продуктов предприятий …… 487
Новиков А.В., Петросян Л.Э. Цифровые двойники в управлении цепочками поставок: интеграция информационных систем для повышения устойчивости и прозрачности ……... 492
Новикова А.А., Вайнилович Ю.В. Концептуальная модель онлайн-платформы сети гостеприимств для бюджетного туризма …….. 496
Нотфуллина С.Р., Сорокина К.В. Цифровая экосистема Татарстана: влияние на формирование экономического рост региона …….. 499
Оленин М.М., Коврижных О.Е. Влияние цифровизации на экономическую эффективность проектов …… 503
Оленин М.М., Халидов А.А. Разработка программного средства для управления производственными процессами ……... 507
Османов Г.М., Смирнов Ю.Н. Компоненты цифровых двойников предприятий: информационные системы управления …… 511
Пасюта Н.С., Давыдов И.В., Жиленков Г.В. Моделирование процесса учёта автоперевозок нефтепродуктов с использованием диаграммы потоков данных …….. 516
Печенкина Ю. А., Жебанов А.В. Формирование базы данных с целью создания цифрового двойника грузового вагона при его эксплуатации …… 519
Подгайная Е.В., Тымчина Л.И. Роль информационных систем и цифровых платформ в модернизации налогового учета …… 522
Подкопаев К.К., Иванова Я.Е., Денисенко В.К. Исследование возможности создания речевой рекомендательной системы на основе искусственного интеллекта для выбора блюд в ресторане ……. 527
Подошвин В.С., Очкур Г.В. Применение средств искусственного интеллекта в государственном управлении …… 530
Покоянов Н.А., Воробчук Н.В., Мазур Д.Д. Применение VR технологий, как метод обучения оперативного персонала процессу выполнения переключения ОРУ и ЗРУ на производстве …….. 534
Покоянов Н.А., Воробчук Н.В., Мазур Д.Д. Оптимизация технического обслуживания электротехнического оборудования с использованием QR-кодов или RFID-меток …….. 539
Пономарева А.С., Кудрина М.А. Автоматизированная система бинаризации изображений …… 543

Поторочина П.Д., Хамитова Д.В. Моделирование в разработке новых матери алов: ускорение инноваций и сокращение затрат …….. 549
Пшибес К.А., Тяпкина А.В. Моделирование бизнес-процесса «Публикация информации об олимпиадах» …… 553
Расчислова С.А., Хамитова Д.В. Специфика применения технологий трехмерного сканирования в проектировании ……... 557
Рашидова З.Д., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники предприятий: имитационное моделирование и исследование ……. 561
Сабреков К.А., Байрашев Р.С., Пурлиев Э. Прототип мобильного приложения для CRM-системы ……. 566
Саидгараева Р.Р. Обеспечение отказоустойчивой передачи данных во внешние сервисы в информационных системах …….. 570
Саидгараева Р.Р. Проектирование цифрового измерительного устройства на базе микроконтроллера STM32 ……. 574
Салимзянова Р.Р., Бикмуллина И.И. Анализ существующих программных обеспечений в области чрезвычайных ситуаций ……. 579
Салимзянова Р.Р., Бикмуллина И.И. Сравнительный анализ существующих методов обработки чрезвычайных ситуаций …… 584
Салов И.В. Структура системы предиктивной диагностики на основе цифровых двойников объектов теплоэнергетики …….. 589
Сафин Р.Р., Иванова В.Р. Система управления для стабилизации работы полупроводниковых источников света ……. 593
Сафина Р.М., Ляшева М.М. Информационная система для контроля и прогнозирования параметров тела человека …… 597
Семенова Э.М., Бикмуллина И.И. Актуальность разработки интерактивного приложения для изучения SQL триггеров и хранимых процедур …….. 601
Сепаева В.С., Ямалов Б.Р., Якупов З.Я. Цифровые двойники как основа интеллектуального управления промышленными предприятиями: технологии, внедрение и перспективы ……... 605
Смирнов Ю.Н., Валишова С.Р. Цифровые двойники продуктов предприятий ……. 608
Смирнов Ю.Н., Николаев Г.С. Компоненты цифровых двойников предприятия: большие данные и методы их анализа ……... 611
Смирнов Ю.Н., Огуречникова А.Д. Архитектура (компоненты) программного обеспечения цифровых двойников …… 616
Смирнова Н.С. Информационная система управления как компонента цифрового двойника предприятия …… 620
Степанов К.Д., Дружинина О.В. Возможности использования LSTM-моделей для оценки и прогнозирования транспортных вибронагрузок в составе цифровых двойников……. 625
Степанова В.Е., Хамитова Д.В. Применение технологии 3D-печати в энергетической отрасли ……. 629
Тихонов Н.Ф. Автономное судоходство: роль искусственного интеллекта и цифровые двойники: моделирование энергетических систем …… 632
Туляков Т.Ф. Информационная система для мониторинга и диагностики состояния линий электропередач с использованием беспилотных летательных аппаратов …….. 638
Фахерлегаянов Р.Р., Фетисов Л.В. Применение технологии дополнительной реальности при проектировании электрических сетей …… 643
Фахерлегаянов Р.Р., Фетисов Л.В. Программные инструменты для разработки приложений дополнительной реальности: обзор и перспективы применения …….. 646
Фахерлегаянов Р.Р., Фетисов Л.В. Дополненная реальность в промышленности: оптимизация процессов и снижение затрат …….. 649

Фахрутдинов А.Ю., Фетисов Л.В. Современные проблемы стандартизации в «ТИМ» и их возможные решения …….. 652
Федосейкина Д.М., Маслов В.А., Саакян Г.А. Визуализация результатов анализа предметной области с помощью метода моделирования …… 656
Федько В.С., Ковалев С.В., Ковалева О.А. Оптимизация геоинформацинной системы анализа уровня доступности финансовых услуг для масштабирования ……. 660
Фоменков В.М. Цифровой двойник посевов пшеницы ……. 662
Хайруллина А.М., Уразбахтина Л.Р. Экономическая эффективность внедрения цифровых технологий в энергетике …….. 667
Хайрутдинов К.И., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники технологий …… 671
Хайрутдинова Д.И., Хамитова Д.В. 3D-печать как новое научно-техническое направление ……. 676
Халиев Ж.Т. Цифровой двойник стада цыплят-бройлеров …… 679
Хамраев А.М., Суннатов А.Б., Ходжагелдиева А.А. Разработка программного обеспечения, позволяющее заранее отслеживать выполнение производственного плана …… 683
Хасанов Д.Р., Крылов К.П., Свотин Р.В. Анализ процесса внутренней логистики на складе компании «Альфа Автоматив Техноложиз» …… 686
Хесаметдинов И.И., Хамитова Д.В. Аддитивные технологии: новые полимерные материалы для 3D-печати ……... 690
Ходжамаммедов М.М., Абдыев Д.Р. Цифровая экосистема: понятие, структура и значение в современном мире …… 693
Ходжамаммедов М.М., Бердиева Г.А. Цифровые экосистемы и антиплагиат: изменения в управлении интеллектуальной собственностью …… 695
Хугаев А.З. Разработка стратегии внедрения BIM в цифровую экосистему на основе инструментария ТРИЗ …… 699
Цукахина М.А., Скавитина А.В. Использование блокчейна в международнных расчетах ……... 704
Чарыева М.А., Джумаев Д.А., Максадов Ы.М. Инновации в цифровых экосистемах: интеграция технологий и создание цифровых двойников ……... 708
Шабалина А.В., Харитонова Ю.Н. Интеграция ERP и блокчейна для повышения прозрачности аудита ……... 712
Шаймарданов А.Р., Базин Д.А. Цифровые двойники АЭС …….. 716
Шаймарданов А.Р., Базин Д.А. AR против VR в обучении персонала АЭС: сравнительный анализ технологий …… 719
Шайхутдинова А.М., Салихова Р.Р. Об оптимизации логистических процессов в электронной торговле ……. 723
Шакиров А.Ф., Маклецов А.М. Разработка методики интеллектуального симметрирования сетей 0,4 Кв по критерию предпочтительных напряжений в узлах 726
Шварц И.В., Гильмутдинов А.Х. Разработка автоматического алгоритма обработки оптических снимков микроструктуры нержавеющей стали для определения её фазового состава …….. 729
Шевченко Я.Е., Масютина Г.В. Гибридные системы хранения энергии: технологические достижения и перспективы развития ……... 732
Шигапова М.Р., Смирнов Ю.Н. Цифровые двойники технологий: современное состояние и перспективы ……... 736
Щекурин К.С., Хамитова Д.В. Современное аддитивное производство: перспективы, проблемы, решения ……. 739
Щепетова М.В., Горшкова В.С. Моделирование процесса доставки еды в ресторане с использованием методологии IDEF0 …… 743

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Абдуллина А.Ф., Будникова И.К. Вероятностные модели в обработке изображений и компьютерном зрении…….. 746
Андреев С.А. Четвериков Е.А. Математическое моделирование комбинированных зерносушилок …….. 749
Астафьев В.С., Гарифуллин М. Ш. Математическое моделирование MicroGrid…….. 751
Баранов Д.А. Модификация алгоритма имитации отжига для решения многокритериальной транспортной задачи …….. 757
Беседина С.В. Особенности построения математических моделей социальных конфликтов …….. 762
Бояринцева Д.В., Царькова Н.И. Прогнозирование ценовой динамики легковых автомобилей на вторичном российском авторынке с помощью ARIMA моделей…… 766
Вайнилович Ю.В. Сугак С.Н. Математическая модель формирования IT-команд на основе звездной карты специалиста…….. 771
Ванюшев А.А., Бариев К.Р., Мокшин В.В. Имитационное моделирование транспортного процесса в среде GPSS Studio…….. 776
Вдовина В.А., Хамитова Д.В. Разработка вычислительных средств на основе воксельного моделирования…….. 781
Волкова Е.В. Анализ эффективности имитационного моделирования для оценки надежности ядерных реакторов……. 785
Вострых А.В. Информационная модель взаимодействия сенсорной системы пользователей и программного интерфейса…….. 789
Гайворонский М.А., Чугунков Д.В. Определение акустического воздействия энергообъекта с множеством источников шума…….. 794
Галимнуров А.А., Исмагилова А.С. Робастная устойчивость задачи Келли…….. 798
Галимов А.И., Шарипов И.И. Роль моделирования в технологическом процессе…. 802
Гарипов И. А. Перехват дронов с использованием компьютерного зрения и монокамеры……. 805
Гарипов И. А. Разработка автопосадки дрона с использованием компьютерного зрения в симуляторе CoppeliaSim…….. 810
Гафиятуллина А.А., Якупов З.Я. Применение дискретной математики в компьютерных науках……. 815
Гиматдинов И.Р. Разработка динамических моделей для прогнозирования климатических изменений…….. 820
Горина Е.Д., Семенов А.В. Разработка математической модели управления роботизированным манипулятором для автоматизированного захвата объектов с движущейся конвейерной ленты…… 825
Губарева К.В. Моделирование теплопереноса в плоскопараллельном канале с учетом диссипации энергии…… 831
Гуломнабиев С.Г. Комбинаторные задачи с помощью программы Maple…….. 834
Гуремулта А.С. Моделирование потоков пользователей в общественных пространствах с помощью цифровых сенсоров …….. 839
Дацько О.Б. Математическое моделирование в условиях неопределенности: роль имитационных методов……... 842
Денисенко В.К., Стифеева А.А., Курундаева С.В. Проектирование и разработка интеллектуальной информационной системы, прогнозирующей стоимость дома…... 847
Нго К.Д., Нгуен Д.Х., Нгуен В.Т. Исследование по созданию модели самостабилизирующейся палубы на судне …….. 851
Дорофеева С.И., Никифорова С.В. Математическое моделирование как цель математической подготовки в технических университетах…… 856

Евстигнеева Е.П., Сеченева Е.В., Моргунов Н.Р. Исследование фазовых петель желудочков сердца…….. 860
Жестерев М.В. Сравнение энергоэффективности пуска асинхронного электропривода при прямом пуске и при использовании задатчика интенсивности путем математического моделирования…… 865
Зинуров В.Э., Абдуллина А.А. Влияние геометрии распределения частиц на температурную зависимость эффективной теплопроводности теплового аккумулятора……... 870
Зинуров В.Э., Бадретдинова Г.Р. Математическое моделирование нестационарного температурного режима в замкнутом контуре с фазовым теплоносителем на базе теплового накопителя энергии для отопления теплиц…… 874
Казиханов Б.Р. Моделирование и оптимизация логистических процессов с использованием цифровых платформ……... 878
Каменский М.Н. Разработка конструкции барабанного вакуум-фильтра с использованием автоматизированного проектирования……. 881
Кирилин А.М. Методы оптимизации маршрутов доставки: как сократить время и затраты в курьерской службе……. 884
Константинов М.В., Кудрина М.А. Поиск оптимального способа вывода графики в учебном программном комплексе визуализации цветовых моделей…….. 889
Корнилова А.А., Гиззатова Э.Р., Корнилов Д.А. Определение параметров модели Хьюи-Хамелека для процесса полимеризации метилметакрилата в присутствии динитрила азобисизомасляной кислоты ……... 894
Куликова А.Д., Мехоношина Я.А., Якупов З.Я. Оптимизация энергетических систем с использованием алгебры множеств…… 898
Лемеш В.Е., Крестникова О.А. Программная система для автоматического построения логических моделей по входному тексту онтолого-ориентированного анализа. Обзор существующих решений…….. 902
Ленько Д.М., Гимадиев Р.Ш. Автоматизация проектирования трубопроводов: вызовы, стратегии и преимущества внедрения……. 907
Мазунова Л.Н., Беляков В.В., Ерофеева Л.Н. Построение алгоритма вычисления интегрального показателя подвижности транспортно-технологических машин в Matlab Simulink с учетом характеристик опорной поверхности ……. 912
Макаров О.Б. Разработка приложения-модели цифрового фотоаппарата на базе пакета Shiny языка программирования R…….. 917
Макарова И.В., Бойко А.В. Применение интеллектуальных решений для совершенствования логистических процессов……. 921
Минеев А.Э., Бикмуллина И.И. Имитационное тестирование робототехнических систем в виртуальной среде…… 926
Миннутдинов Т.Р., Рукавишников В.А. Динамическое геометрическое моделирование в высшем образовании……. 931
Михайлов С.А., Окулов М.Д., Денисенко В.К. Математическая модель на основе трех некомпланарных векторов…… 934
Моргунов Н.Р., Сеченева Е.В., Евстигнеева Е.П. Математическое моделирование базального метаболизма и теплового обмена у новорожденных в раннем постнатальном периоде……... 939
Мухаметзянов И.И., Филимонова Т.К. Математическое и имитационное моделирование в управлении транспортными потоками……. 944
Нгуен Т.Т.Н., Михайлов С.А., Окулов М.Д. Математическая модель на основе двух векторов и решение системы нелинейных уравнений……. 948
Нечаева Л.Д., Газизова Д.Г., Якупов З.Я. Дискретная математика в Big Data…… 953
Никифоров Д.К., Орлов С.А. Математическое моделирование 1/f шума как случайного процесса……... 957

Новоселова О.С., Шагиева Г.К. Анализ методов увеличения температуры факела в топке энергетического котла при работе со сниженными нагрузками…… 961
Окулов М.Д., Михайлов С.А., Подкопаев К. К. Математическая модель на основе двух векторов. Оптимизационный подход…… 964
Орлов С.А., Никифоров Д.К. Математическое моделирование термодинамической эффективности водородных газотурбинных установок…….. 968
Парахин К.В., Курочкин С.В. Обоснование исследования методов нахождения кратчайших маршрутов согласно качеству дорожного покрытия и дорожным условиям……... 973
Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Чертков В.М., Калинцев С. В., Косарев И.Ю., Пастухов А.Ю., Чернов С.В. Арифметический критерий кубических вычетов в поле Zp…….. 977
Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Чертков В.М., Калинцев С. В., Косарев И.Ю., Пастухов А.Ю., Чернов С.В. Исследование структуры вычетов 5-ой степени в поле Zp…….. 980
Петров Т.И. Математическое моделирование топологической оптимизации синхронных двигателей с постоянными магнитами…… 984
Полеся В.А., Дудко О.В., Лаптева А.А. Разработка программы для поддержки научных исследований нестационарного деформирования разномодульной упругой среды……. 989
Полусмак А.А., Телешева Н.С. Абрамов А.Л. Репертуарные решетки, технологии искусственного интеллекта и стратегическое планирование……. 994
Попов И.А., Коновальцев Э.В. Математическая модель идентификации самолетов военно-воздушных сил различных государств способом кругового сканирования их опознавательных знаков……. 999
Преображенский Е.В., Галкин В.И., Маркелов Е.Е. Математическое моделирование процесса обрезки облоя после горячей штамповки……. 1003
Прец М.А., Вдовина В.А., Зинуров В.Э. Математическое моделирование фракционирования мелкодисперсных твердых частиц в мультивихревом классификаторе……... 1007
Проскуряков Д.С. Разработка метода оценки эффекта сотрудника на очном и удаленном режимах работы…… 1011
Рачковский С.В. Теплотехнический расчет и конструктивная компоновка печи пиролиза этана……. 1015
Румянцев А.С., Козлова М.В. Имитационное моделирование работы кожухотрубного теплообменного аппарата в условиях наличия отложений биологического происхождения…… 1020
Садыков Р.Д. 3D-моделирование компоновки печатных плат в электронном средстве с учетом электромагнитной совместимости…….. 1025
Сафронова В.В. Математическое моделирование в финансовом анализе: риски и доходности……... 1030
Сеченева Е.В., Моргунов Н.Р., Евстигнеева Е.П. Моделирование теплового баланса ребенка: расширенный анализ, перспективы и применение…….. 1034
Сидляр М.Ю., Ковалев С.В., Ковалева О.А. Имитационное мультиагентное моделирование распространения инфекционных заболеваний с коэффициентами сезонности…… 1038
Скоробогатов М.Э. Моделирование режима автоматической локомотивной сигнализации рельсовой цепи…… 1043
Струцкий Н.В., Морозюк А.В., Плотников И.А. Определение местных гидравлических сопротивлений в наружных полиэтиленовых газопроводах методом компьютерного моделирования……. 1048

Титков И.Е., Кудрявцева Ю.А., Галушко И.В. Моделирование оптимальной топологии сети наземного сегмента для космической системы спутниковой связи…. 1053
Тужилова М.В., Терентьев К.М., Мясников Д.О. Расчет характеристик деревоклееного армированного каркаса 12-ти этажного здания в программном комплексе SCAD++…… 1057
Тюклина А.В., Якупов З.Я. Графы и их применение в нейронных сетях……. 1062
Угрюмов И.С., Ярутин С.А., Чечель П.Е. Методы автоматизации прогнозирования трафика дорожного движения…… 1066
Филина О.А., Аббасова И.М. Имитационное моделирование расхода энергии электромобиля……. 1070
Ходжамаммедов М.М., Гуллашов М.О., Гаррыбаев Б.Х. Математическое и имитационное моделирование: применение, теоретические основы и антиплагиат…. 1074
Худяков Н.М., Ярунин С.Н., Ярунина Н.Н. Совершенствование тепловых схем паровых турбин на основе математического моделирования……. 1077
Хусаинов Р.М. Адаптивные энергоэффективные модели распознавания объектов в дорожных сценах……. 1082
Хуснутдинова Э.Р., Шарипов И.И. Технологии и перспективы их применения в современном станкостроении…… 1087
Шабаев Е.А., Четвериков Е.А., Беленов В.Н. Моделирование цифровой системы автоматического регулирования освещенности в среде SimInTech…… 1090
Шайна Е.А., Бугакова Н.И., Бондаренко Е.А. Математическое моделирование радиопеленгации сигналов противника в условиях применения принципа квазирегулярности…….. 1095
Шараев А.А. Исследование методов распределения задач в IT-проектах……. 1099
Шинкевич Д.А., Пранько Д.А., Муравьев И.К. Имитационное моделирование способов регулирования турбокомпрессора доменного производства……. 1103
Юдина В.С. Экономико-математические подходы к управлению организационными изменениями…….. 1108
Ямалов Б.Р. Методология компьютерного моделирования аварийных процессов на атомных электростанциях: современные подходы и перспективы развития……. 1113
Аракчеев И.С., Никифоров С.А. Численная модель лазерной сварки нержавеющей стали……. 1117
Ахмеров С.Д., Морозов В.В., Нагулин К.Ю. Численное моделирование газопорошковой динамики коаксиального сопла для установки прямого лазерного выращивания…… 1123
Васильев И.С., Нагулин К.Ю. Современное состояние подходов к моделированию высокочастотных индукционных плазмотронов для обработки порошков для аддитивного производства…… 1128
Макарцева А.А., Зарипова Р.С. Сравнительный анализ программного обеспечения для 3D-моделирования…… 1133
Рубля Р.С., Гильмутдинов А.Х. Исследование влияния взаимного расположения кольцевого индуктора и границ расчётной области на точность MHD-моделирования векторного потенциала в ANSYS Fluent…… 1138
Кадыров Р.Р., Ахметвалеева Л.В. Исследование взаимодействия элементов материнской платы с чипсетом X870E…….. 1143
Мельников А.С., Гильмутдинов А.Х. Численное моделирование газовой динамики в технологическом плазмотроне……... 1147
Морозов В.В., Нагулин К.Ю., Гильмутдинов А.Х. Оптимизация и быстрое прототипирование сопловой насадки для установки ПЛВ с применением аддитивных технологий…….. 1151
Рубля Р.С., Гильмутдинов А.Х. Сравнительный анализ методов минимизации граничных эффектов при электромагнитном моделировании в ANSYS Fluent……. 1154

Мухачев С.В. Экспериментальная оценка энергоэффективности здания на основе простой модели…… 1157
Овсеенко Г.А., Кашаев Р.С. Применение искусственных нейронных сетей для контроля состояния релаксометра ПМР и управления проточным анализатором куста скважин…….. 1161
Орлова М.С., Горунов А.И. Моделирование процесса теплопереноса с учетом влияния зеренной структуры металла…… 1165
Рубля Р.С., Гильмутдинов А.Х. Использование тонких проводящих слоёв для подавления искусственных отражений на границах расчётной области при моделировании электромагнитного поля кольцевого индуктора в ANSYS Fluent…… 1169
Ступоченко В.А. Расчёт характеристик малоразмерной осевой турбины…… 1172
Тимергалиев Д.Д., Никифоров С.А. Исследование газодинамики коаксиального сопла в прямой лазерной наплавке…… 1176
Рубля Р.С., Морозов В.В., Нагулин К.Ю. Численное исследование течений порошков в акустических полях для технологии прямого лазерного выращивания…. 1180
Чериков А.Р., Никифоров С.А. Математическая модель воздействия лазерного излучения на вещество…… 1184

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Агафонов А.А. Графовая модель агента для планирования встреч: интеграция больших языковых моделей и программирования в ограничениях…….. 1189
Абдываев Д.Р., Чарыева М.Т. Искусственный интеллект в здравоохранении……. 1194
Алексеева А.А., Катасёва Д.В. Сверточная нейросетевая модель распознавания рукописных букв английского алфавита……..... 1198
Алемасов Е.П., Артамонова Е.В. Применение искусственного интеллекта в изучении английского языка…… 1203
Алемасов Е.П., Пырнова О.А., Махиянова А.В. Применение искусственного интеллекта и нейросетевых технологий в менеджменте в России: анализ и перспективы……... 1207
Алмали А.А.Л. Теоретический потенциал нечеткой логики для моделирования отказов в облачных вычислительных системах…….. 1212
Алябьев Д.В., Соловьев В.И. Технологии искусственного интеллекта меняют среду обитания человека……. 1215
Апасов М.В., Цукахина М.А. Машинное обучение с учителем и без учителя: преимущества, недостатки, эффективность…… 1220
Атаев М.А., Бердиев Д.М., Худайбердиев С.О. Обеспечение информационной безопасности «работников» с помощью технологий искусственного интеллекта……. 1224
Ахатова Ф.И., Баширова Д.Р. Искусственный интеллект в управлении персоналом 1229
Бабич Б.П. Интеллектуальный учет теплоснабжения: интеграция IoT, машинного обучения и цифровых двойников для минимизации эксплуатационных рисков……... 1233
Бадретдинов Д.В., Зайченко Е.А. Сравнительный анализ производительности и экономической эффективности видеокарт при работе с множеством моделей BERT… 1236
Бадрутдинов И.Р., Тумбинская М.В. Интеллектуальная система детектирования нарушений техники безопасности на строительном объекте…… 1241
Бандель Е.С. Выбор методов поиск критичных данных в логах в CRM-системе банка 1245
Барабаш К.А., Катасёв А.С. Веб-сервис распознавания номерных знаков автомобилей на основе нейронной сети…….. 1249
Барабаш К.А., Катасёв А.С. Нейросетевая модель распознавания номерных знаков автомобилей……... 1254

Бачурина Е.П., Полуян П.В., Шикунов С.А. Лингвистическая модель для интеллектуального анализа текста геологоразведочных отчётов и ее применение для принятия решений и увеличения капитализации предприятия……..... 1259
Башкирцев И.В., Соловьев В.И. Искусственный интеллект в бизнесе: примеры и сферы применения……..... 1264
Безрук И.С., Цукахина М.А. Применение искусственного интеллекта для автоматизации бухгалтерского учета и отчетности…… 1269
Белова Э.М., Филина О.В. Влияние искусственного интеллекта на потребительские решения и экономику…… 1272
Беляева З.А., Потапов А.А. Внедрение искусственного интеллекта в процессы проектирования и производства электронных компонентов……. 1276
Белянина А. Ф. Методология «Lean» в управлении жизненным циклом программных продуктов……... 1279
Бубнова Е.Ю. Разработка мобильного приложения для анализа и коррекции поз модели в реальном времени…….. 1284
Бутин П.А., Савинская Д.Н. Применение программного машинного обучения для оптимизации маршрутов и прогнозирования спроса в информационных системах логистики……... 1289
Бутин П.А., Савинская Д.Н. Применение технологий искусственного интеллекта для автоматизации рутинных операций в бухгалтерском учёте…… 1294
Вайнилович Ю.В., Овсянников И.В. Использование языковой модели для анализа времени выполнения заказа при найме тайных покупателей на краудсорсинговой платформе…….. 1298
Валишова С.Р., Зарипова Р.С. Роль искусственного интеллекта в трансформации бизнеса……... 1303
Ванюшев А.А., Сытник А.С. Моделирование нейронной сети средствами Brain.js на примерах булевых операций…… 1306
Вишняков В.М., Бабешко А.П., Купцов А.А. Технологии искусственного интеллекта: современное состояние и перспективы развития…….. 1311
Волкова Е.В. Роль искусственного интеллекта в развитии атомной энергетики…….. 1314
Габдрахманова С.Е., Андреева Е.А. ИИ в образовании: персонализированное обучение будущего……... 1317
Габдрахманова С.Е., Иванова В.Р. Искусственный интеллект в медицине: диагностика, лечение и прогнозирование заболеваний……. 1321
Габидуллин Р.Р., Катасёва Д.В. Нейросетевое распознавание графических образов на примере игральных карт…….. 1326
Газизова Д.Г., Пырнова О.А. ИИ в творчестве: создание музыки, искусства и кинематографа……... 1331
Галиев Б.М. Методы распознавания текста с использованием искусственного интеллекта…….. 1335
Галкина К.Д. Автоматический сбор и классификация обращений граждан…….. 1339
Гапонов В.Р. Перспективы применения систем с рефлексивным мышлением……. 1343
Гарипов И.А. Детектирование дронов с использованием компьютерного зрения на основе модели YOLO…… 1348
Гатауллин Б.И., Хаерова Э.И., Тумбинская М.В. Система определения качества дорожного покрытия на основе свёрточной нейронной сети…… 1353
Гафиятуллина А.А., Будникова И.К. Марковские модели в машинном обучении и искусственном интеллекте……... 1358
Гафиятуллина А.А., Кулешова Д.А., Пырнова О.А. Искусственный интеллект в психологии и нейронауках: анализ поведения и моделирование когнитивных процессов……... 1361

Гелдиев М.А., Ханчаев Б.А., Бердилиев К.М. Искусственный интеллект в библиотеке: новый уровень взаимодействия с литературой……. 1366
Гимаева А.Р., Зарипова Р.С. Использование искусственного интеллекта в сфере здравоохранения…… 1371
Гимаева А.Р., Пырнова О.А. Развитие систем распознания и имитации эмоций для искусственного интеллекта…….. 1375
Гинатуллина А.Ф., Кашина Н.В. Автоматизация бизнес-процессов с помощью ИИ: влияние на экономическую эффективность…… 1380
Гордеева В.В., Мустафаева П.Э. Использование технологии искусственного интеллекта в работе педагогов ДОО…… 1384
Грицай Л.А. Отношение преподавателей ВУЗов к потенциалу ИИ для обучения……. 1389
Гумеров М.И., Фатихова Л.Э. ИИ-системы для анализа повреждений после ДТП….. 1393
Гурбанова Г.Д., Реджепов С.Р. Технологии искусственного интеллекта: современные подходы и перспективы развития……. 1398
Доан Ван Ань, Константинова А.О. Умный планировщик по распределению задач.. 1403
Дружинина О.В., Людаговская М.А. Особенности гибридных квантовых нейронных сетей и возможности их применения на железнодорожном транспорте….. 1406
Дыдалин Г.Д., Пырнова О.А. Квантование нейронных сетей…… 1411
Дыдалин Г.Д., Пырнова О.А. Экспорт модели в ONNX: преимущества и недостатки 1414
Дыдалин Г.Д., Филимонова Т.К. Пегуляризация нейронных сетей: L1 и L2…… 1417
Еманова Ю.Г., Аминева Р.Р. Обзор актуальных технологий искусственного интеллекта в сфере виртуальных примерочных…… 1420
Загарова А.В., Зарипова Р.С. Интеграция искусственного интеллекта в бизнес……. 1425
Загарова А.В., Огуречникова А.Д., Пырнова О.А. ИИ и когнитивные технологии: улучшение взаимодействия человека и машины…… 1429
Загарова А.В., Пырнова О.А. ИИ в медицине: диагностика, лечение и персонализированная медицина…….. 1434
Залялов А.Т. Внедрение искусственного интеллекта при работе с БПЛА в электроэнергетике……. 1439
Залялов А.Т. Повышение эффективности энергетических систем СНГ и России с помощью искусственного интеллекта……. 1442
Замалиев Т.М. Применение генеративных моделей в разработке 3D-прототипов…… 1445
Захаренко Д.О., Соловьев В.И. Внедрение технологий искусственного интеллекта в России…….. 1449
Иванова С.Д., Соловьев В.И. Искусственный интеллект в транспорте: оптимизация логистики……... 1453
Ивашкова Д.В., Денисенко В.К., Лобанова А.С. Оптимизация деятельности службы технической поддержки…….. 1457
Ивашкова Д.В., Денисенко В.К., Лобанова А.С. Применение искусственного интеллекта для автоматизации деятельности технической поддержки…… 1461
Идиатуллина Л.Т., Идиатуллин А.В., Сафина Г.Ф. Использование искусственного интеллекта в преподавании русского языка как иностранного……. 1464
Ильина Д.И., Зарипова Р.С. Влияние гиперпараметров на качество обучения нейронной сети…….. 1467
Исимбетов А.Р., Пырнова О.А. ИИ в сельском хозяйстве: оптимизация урожайности и управление ресурсами…… 1471
Кабешов И.Г. Применение технологий искусственного интеллекта при проектировании архитектуры и UX/UI-дизайна цифровых сервисов…….. 1475
Калинина А.Р., Сухарева Е.В. возможность применения LSTM модели для прогнозирования цен на электроэнергию……... 1479
Камалетдинов Р.Р., Зиганнуров И.И., Пырнова О.А. Генеративные модели в искусственном интеллекте: возможности и риски……. 1483

Катасёв А.С., Каляшина А.В., Смирнов Ю.Н. Построение нейронечеткой модели для классификации типа стекла……... 1487
Кейн Р.Д. Система интеллектуального распределения заявок на сотрудников технической поддержки компании…….. 1492
Ким Д.А., Зарипова Р.С. Искусственный интеллект как новый бизнес-партнер……... 1496
Ким Д.А., Сагидуллин А.Р., Пырнова О.А. Социальные последствия внедрения ИИ: влияние на рынок труда и общество……. 1500
Козырева Н.И., Щанькин К.Д., Сафронова А.В. Анализ уязвимостей и разработка адаптивных методов защиты от атак на основе искусственного интеллекта в киберпространстве…… 1504
Кондаков В.С., Кузнецова А.В. Разработка модели классификации неструктурированных текстов для автоматической категоризации запросов в службы технической поддержки ИТ-систем…… 1510
Копылов Ф.Ю., Катасёва Д.В. Нейросетевая модель распознавания бинарных изображений…….. 1514
Копысова Е.В., Шлеймович М.П. Применение алгоритма категориального бустинга для автоматизированной оценки качества информационных моделей зданий 1519
Коренев Д.А. Применение искусственного интеллекта в коммерческих беспилотных летательных аппаратах……. 1526
Кошелев А.Н., Денисенко В.К., Жамейко Н.Р. Оптимизация бизнес-процессов с использованием машинного обучения…… 1530
Кравченко Д.В., Суворова Е.В. Перспективные направления использования искусственного интеллекта в управлении энергетикой……. 1534
Красильников А.А., Сивков В.С. Интеллектуальная система для навигации морских судов…… 1539
Кудрявцев Д.С., Коврижных О.Е. Информационные системы распознавания угроз: требования к разработке и перспективы применения технологий компьютерного зрения……. 1543
Кулешова Д.А., Будникова И.К. Вероятностное мышление в сфере искусственного интеллекта: ключ к принятию решений в условиях неопределенности……... 1547
Курбанов Б., Катасёв А.С. Программа извлечения числовых данных из видеопотока для моделирования и определения состояния сонливости человека…… 1550
Лазарева А.М. Методы обучения искусственного интеллекта…… 1555
Лёзина И.В., Яшин Д.Ю. Исследование применения гибридной нейронной сети кохонена для решения задачи классификации заболеваний сердечно-сосудистой системы…….. 1559
Ленько Д.М., Артамонова Е.В. Использование искусственного интеллекта в технологиях перевода: преимущества, вызовы и перспективы……. 1564
Лобанова А.С., Денисенко В.К., Ивашкова Д.В. Методы применения искусственного интеллекта для автоматизации бизнес-процессов организации…… 1568
Лобанова А.С., Денисенко В.К., Ивашкова Д.В. Оптимизация методов прогнозирования спроса на продукцию компании……. 1571
Луговая Т.Е., Рябов И.Д., Денисенко В.К. Автоматизированный анализ резюме при подборе персонала с использованием интеллектульных информационных систем…... 1574
Лукьянова О.А., Новикова П.А. Цифровые инструменты и нейронные сети при генерации композиционных решений…… 1578
Ляшева М.М., Шлеймович М.П. Сравнение моделей YOLOv5, YOLOv8 и YOLOv11 для обнаружения автомобилей на кадрах видеопоследвотельности…… 1584
Мавлиева К.Х. Нейросетевые модели для анализа поведения потребителей в e-commerce…… 1589
Майорова А.Д. Влияние искусственного интеллекта на рынок труда: возможности и вызовы для экономики будущего…… 1592

Максимович Р.И., Кудрина М.А. Поиск оптимальных параметров аугментации в задаче преобразования шрифта…… 1596
Малыхина А.В., Цукахина М.А. Практические внедрение нейросетевых алгоритмов в автоматизацию рутинных бухгалтерских операций……... 1603
Маркелов М.В., Николаева С.Г. Применение нейронной сети в системе мониторинга производств для предотвращения аварий и несчастных случаев……... 1606
Матвеева К.А., Катасёв А.С. Акустическое обнаружение транспортных средств аварийно-спасательных служб на основе нейросетевого моделирования……... 1611
Матвеева К.А., Катасёв А.С. Технология формирования нечетких баз знаний с использованием нейронечеткой системы……... 1616
Матвиенко Д.В., Половинкина Ю.С. Сравнительный анализ методов адаптации параметров нейросетевой модели для распознавания рукописных диалектологических текстов……..…….. 1621
Меркурьев М.А. Искусственный интеллект как инструмент научного издательства и исследователя…… 1626
Мильчакова Н.Е., Заусайлов А.С. Проблемы и возможности использования искусственного интеллекта в цифровом дизайне……... 1631
Мингалиев З.З., Новикова С.В. Адаптивное прогнозирование временных рядов на основе кластеризации и нейросетевых моделей LSTM…….. 1635
Минниханов Р.Н., Габбазов Р.М.,Фахразиев Р.И., Катасёв А.С. Интеллектуальная система мониторинга городского парковочного пространства……. 1640
Минниханов Р.Н., Катасёв А.С., Габбазов Р.М., Фахразиев Р.И. Анализ технологий и систем автоматизированного мониторинга городских парковочных пространств…… 1645
Мифтахова А.Р., Зарипова Р.С. Влияние искусственного интеллекта на управление и принятие решений…….. 1650
Морозова К.П. Применение Q-обучения для адаптивного управления светофорами... 1653
Москаль К.В., Соловьев В.И. Генеративный искусственный интеллект: возможности и риски…… 1657
Москвин А.Д., Петросян Л.Э. Использование генеративных моделей искусственного интеллекта для автоматизации проектирования сложных цифровых систем……. 1661
Мубаракзянов И.Ф., Филимонова Т.К. Интеллектуальные методы автоматизации распределения запросов технической поддержки в корпоративных системах на базе service-desk платформ…… 1665
Мулюкова Я.Р., Будникова И.К. Ансамблевые модели в задачах искусственного интеллекта: бэггинг и случайный лес…….. 1668
Мутаев И.И., Хайрутдинов К.И., Пырнова О.А. ИИ в робототехнике: создание автономных роботов для сложных задач…… 1672
Мухаметов Р.Ф., Пырнова О.А. Безопасность и эффективность автомобилей с искусственным интеллектом…… 1678
Нгуен Тхи Тует Нган, Денисенко В.К., Михайлов С.А. Сверточная нейронная модель для распознавания английского рукописного текста…… 1683
Нестеров К.А. Методы и инструменты развертывания веб-приложений на отечественных операционных системах……. 1688
Нигъматянов А.А. Генерация цифровых моделей зданий по текстовому описанию с использованием больших языковых моделей (на примере ChatGPT)…….. 1691
Никоноров Д.П., Катасёв А.С. Анализ методов аугментации данных пупиллографии для определения состояния утомления человека…… 1695
Никулин А.С., Кудрявцева Ю.А., Галушко И.В. Автономные системы на основе ИИ……... 1700

Новиков А.В., Петросян Л.Э. Использование искусственного интеллекта для адаптивной обработки естественного языка в многоязычных цифровых экосистемах.. 1704
Нуриева Л.И., Уразбахтина Л.Р. Роль искусственного интеллекта в обеспечении кибербезопасности…… 1708
Нурлыева М.Х., Акыев Н.Б. Исследование на тему: разработка Payhasly AI: ИИ-чат-бота для прогнозирования погоды и разрешения запросов…….. 1712
Огуречникова А.Д., Зарипова Р.С. Влияние искусственного интеллекта на эффективность бизнес-процессов…… 1715
Османов Г.М., Коврижных О.Е. Экономические перспективы применения искусственного интеллекта в бизнесе в условиях цифровой экономики…… 1718
Пересыпкин И.А. Технологии искусственного интеллекта в системах диагностики измерительных средств контрольно-измерительных приборов и автоматики…… 1721
Петросянц Д.Г., Катасёв А.С. Определение состояния утомления человека на основе нейронечеткого моделирования…….. 1724
Плесканёв С.С. Применение искусственного интеллекта в управлении логистикой в России……. 1729
Покоянов Н.А., Воробчук Н.В., Мазур Д.Д. Сравнительный анализ точности методов машинного обучения, типов нейронных сетей и традиционных способов для прогнозирования энергопотребления…….. 1734
Полевода М.А., Лёзина И.В. Исследование применения свёрточных нейронных сетей для решения задачи колоризации изображений……... 1739
Полякова О.Б. Искусственный интеллект в психологической практике работы с посттравматическим стрессом……. 1744
Попова М.В., Терентьев К.М. Проведение расчетов простейшей стержневой системы с помощью разработанной нейросети…….. 1749
Пырнова О.А., Абдулин С.А. Искусственный интеллект и социальная инженерия: новые методы манипуляции……. 1754
Пырнова О.А., Катасёв А.С. Анализ методов редукции нейронечетких моделей…… 1759
Рассказова А.А., Правдина О.А. Искусственный интеллект как инструмент экономического роста……... 1765
Рашитов Р.Т., Назарова Д.К. Влияние искусственного интеллекта на современный маркетинг……... 1770
Родионов М.Д., Катасёва Д.В. Нейросетевое прогнозирование курса валюты…… 1775
Ряплова Я.П. Диагностика в медицине с помощью искусственного интеллекта……... 1780
Сагидуллин А.Р., Ким Д.А., Пырнова О.А. ИИ в финансовой сфере: алгоритмическая торговля, оценка рисков и обнаружение мошенничества…… 1784
Салемгараева Л.Л., Айтуганова Ж.И. Индивидуализация обучения языкам с помощью искусственного интеллекта (создание персонализированных курсов для изучения языков)……... 1789
Салимов В.А. Нейросети и искусственный интеллект: зло или благо для человечества? …… 1792
Сафина Д.Н., Дмитриева Е.В. Переводчики в эпоху искусственного интеллекта: необходимость профессии в будущем……. 1797
Сафиуллин И.И., Галимова Р.К. Математические основы технологий искусственного интеллекта…….. 1802
Сафиуллин Р.Н., Исавнин А.Г. Исследование возможностей искусственного интеллекта в системах предиктивного обслуживания технического оборудования…... 1806
Сидоренко Д.В., Бикмуллина И.И. Распознавание текста в PDF-документах и изображениях с помощью OCR…… 1811
Силкина О.Ю., Катасёв А.С. Анализ проблемы и возможности нейросетевого обнаружения посторонних объектов на территории аэродрома……... 1815

Силкина О.Ю., Катасёв А.С. Выбор архитектуры нейронной сети для интеллектуальной системы обнаружения посторонних объектов на территории аэродрома…….. 1819
Скиба М.С., Бологова В.В. Применение искусственного интеллекта в снижении рисков угольной промышленности…….. 1823
Слудников В.М., Пырнова О.А. Искусственный интеллект в рекламе и маркетинге: персонализация и прогнозирование поведения потребителей…….. 1828
Слудников В.М., Пырнова О.А. Искусственный интеллект и генетика: анализ геномных данных для персонализированной медицины……... 1832
Слудников В.М., Пырнова О.А. Квантовые вычисления и искусственный интеллект: перспективы и вызовы……... 1838
Смирнова П.В., Полторацкий В.Е. Цифровая трансформация малого бизнеса на основе использования технологий искусственного интеллекта как сервиса……... 1844
Советный И.Д., Семенов А.В. Автоматизация документооборота: применение методов машинного обучения для классификации документов и извлечения из них ключевой информации…….. 1848
Соколов А.А., Ростова А.Т. Использование нейросетевых технологий для оценки состояния силовых трансформаторов……. 1853
Соловьев В.И. Технологии искусственного интеллекта в образовательной среде колледжа…… 1857
Соловьев Н.А. Методы предварительной обработки изображений чертежей для последующего распознавания текста…….. 1862
Соловьева Я.В., Иванов А.Д. Детектирование искусственно сгенерированного контента на русском языке с помощью глубокого обучения……. 1867
Соро К.Д., Катасёв А.С. Нейронечеткие экспертные системы: особенности и возможности практического использования в медицинской диагностике…….. 1872
Соро К.Д., Катасёв А.С., Закиев Р.Ф. Формирование нечетких моделей определения функционального состояния утомления человека……... 1877
Сударев Д.В., Галимова Р.К. Икусственный интеллект в современном мире……... 1882
Сыпкова В.В. Автоматизация производства с использованием искусственного интеллекта…….. 1885
Тачмухаммедова О.Б., Аннаева А.Д. Примеры использования искусственного интеллекта…….. 1888
Такшеев А.Д., Кудрявцева Ю.А., Галушко И.В. Цифровые модели в медицине: диагностика, персонализированное лечение…… 1894
Тимофеева Л.Н., Петров С.А. Интеллектуальный чат-бот на базе платформы 1С: особенности разработки……... 1897
Тихонов Н.Ф. Технологические достижения в области прогнозирования неисправностей и интеграция систем управления в судовых энергетических установках…….. 1902
Трибелев А.А. Совершенствование риск-ориентированной модели безопасности аэс на основе технологии искусственного интеллекта: систематический обзор……... 1908
Тюклина А.В., Мехоношина Я.А., Будникова И.К. Гауссовские методы в вероятностных моделях машинного обучения……... 1913
Тюклина А.В., Пырнова О.А. Искусственный интеллект в социальных сетях: анализ настроений и борьба с дезинформацией…….. 1916
Ульянов Д.М., Осанов В.А. Оценка эффективности аугментации обучающих данных для метода опорных векторов…… 1920
Фаткуллина Л.Ф., Катасёв А.С. Методы распределения заданий в системах организационного управления……. 1925
Фатыхов И.Д., Гизатуллин З.М. Моделирование электромагнитного излучения от электронных систем с помощью искусственной нейронной сети……. 1930

Фахриев Т.Р. Методы повышения точности предсказательных моделей с использованием ансамблевых алгоритмов…… 1935
Хамитов А.Р., Калимуллин Р.И. Применение машинного обучения для оптимизации работы энергосберегающих устройств…… 1939
Хамитов А.Р., Катасёва Д.В. Нейросетевая модель распознавания человеческих лиц 1943
Ханнанов К.А., Пырнова О.А. Искусственный интеллект и право: регулирование технологий и ответственность за решения…….. 1948
Ханнанов К.А., Хаялеева А.К. Анализ ограничений искусственного интеллекта в контексте теории познания……... 1952
Ханчаев Б.А. Искусственное интеллектуальное решение ……... 1955
Хасанова Г. И., Нечаева Л.Д., Будникова И.К. Биометрия и искусственный интеллект……... 1960
Хасбиуллин М.Ф., Катасёв А.С. Модель нечеткой нейронной сети для формирования баз знаний……. 1964
Хатипова Л.Ф., Алексеев И.П. Применение алгоритмов нейронных сетей в процессе диагностирования состояния трансформаторной установки…… 1969
Чам Кебба, Пырнова О.А. ИИ в спорте: анализ данных, прогнозирование результатов и улучшение тренировок……. 1972
Чарыева М.А. Искусственный интеллект: технологии, которые изменят будущее….. 1976
Чарыева М.А. Этика и ответственность при разработке алгоритмов искусственного интеллекта…….. 1980
Черемисин Д.А., Ковалева О.А., Ковалев С.В. Антифрод системы в Big Data…… 1983
Шепилов Н.А., Соловьев В.И. Влияние квантовых компьютеров на развитие технологий искусственного интеллекта…….. 1986
Шигабутдинова К.Р., Пырнова О.А., Басырова Э.И. Управление рисками в эпоху искусственного интеллекта: информационная безопасность, этические вопросы и новые вызовы для менеджеров……. 1990
Щепина Е.А., Хамитов Р.М. Сравнение нечёткой логики и традиционной логики в анализе данных…….. 1994
Щербинина О.Е., Катасёв А.С. Распознавание сигналов светофорного регулирования на основе сверточной нейронной сети Faster R-CNN……... 1997
Щербинина О.Е., Катасёв А.С. Исследование эффективности сети YOLO для распознавания сигналов светофора……. 2002
Юртаев А.К., Соловьев В.И. Искусственный интеллект – незаменимый помощник в креативной индустрии…… 2007
Ягудина Г.Р., Мухитов А.А., Фатихова Л.Э. Социально-экономические аспекты использования искусственного интеллекта в автомобилестроении…….. 2011
Янмышбаш И.О., Соловьев В.И. Как искусственный интеллект захватит мир…… 2015
Ярощук Н.С., Очкур Г.В. Чат–боты автоматизации бизнеса: сравнительный анализ инструментов……. 2019

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Абдыев Д.Р. Особенности обучения проектированию и программированию роботов-художников в подготовке инженеров по информационной безопасности……... 2024
Аванская А.А., Бусова Р.С., Саидгараева Р.Р. Сканирование уязвимостей как способ обеспечения информационной безопасности в организации. Сравнительный анализ сканеров Maxpatrol 8 и Redcheck…….. 2031
Алексеев Д.В., Тумбинская М.В. Современные методы обезличивания персональных данных: анализ эффективности и направления развития…….. 2036
Асанов Э.И., Шарипов Р.Р. Исследование гальванических характеристик проводной среды при подключении электронных закладных устройств……. 2040

Асанов Э.И., Шарипов Р.Р. Разработка лабораторного стенда для исследования защиты от утечек информации через линии питания 230 В……... 2044
Асанов Э.И., Шарипов Р.Р. Методы утечки информации через проводную среду с помощью электронных закладных устройств……. 2047
Атаев М.А., Чуриев М.М., Атаев С.Ч. Создание информационной безопасности «Сетей коммуникации» методом Stem…… 2050
Ахатов А.Ф., Зарипова Р.С. Новые технологии биометрической аутентификации….. 2056
Бакайкина В.Г., Соболева В.Н. Будущее без паролей: новые угрозы биометрической безопасности……. 2059
Белослудцева Н.Н., Николаева С.Г. Веб-приложение для управления резервным копированием файлов информационной системы……. 2064
Белоусова А.Е. Борьба с кибертерроризмом: новые вызовы и стратегии……... 2069
Белоусова А.Е. Разработка и внедрение квантово-устойчивых алгоритмов шифрования……... 2073
Бойчук С.А., Ершов А.С. Функциональные возможности MaxPatrol VM для управления уязвимостями IT-инфраструктуры организации…… 2078
Булатова А.Р., Гришина С.А. Криптография в обеспечении безопасности технологии блокчейн…… 2082
Буторина А.Г. Влияние искусственного интеллекта на кибербезопасность……... 2086
Волкова Л.Д. Web-приложение для обезличивания персональных данных 2091
Гатауллин Б.И., Хаерова Э.И., Тумбинская М.В. Цифровая лаборатория на основе виртуальной реальности «Система комплексной защиты информации для информатизированных объектов»……... 2095
Голосова Ю.В., Вагина А.С., Таран Е.А. Сети 5G: возможности и угрозы информационной безопасности……... 2099
Голубничая Е.Ю., Оникейчук Д.Д., Шиховцова И.А. Анализ трафика протокола HTTPS с применением сниффера Wireshark……... 2103
Голубничая Е.Ю., Щанькин К. Д., Сафронова А.В. Противодействие дезинформации и ее распространению…… 2108
Гульмамедов Н.В., Корниенко А.А., Барабанщикова М.Н. Повышение эффективности защиты информации при разработке программного обеспечения с использованием методологии devsecops……. 2113
Данилова А.А., Кривоносова Н.В. Информационная безопасность. Кибербезопасность в эпоху IoT: защита умных устройств и сетей……... 2118
Дронина А.А., Зарипова Р.С. Анализ безопасности умного дома: риски и уязвимости IoT……... 2123
Егоров А.Н. IDM система как важная часть обеспечения ИБ……... 2127
Загарова А.В., Шарипова Ф.И., Пырнова О.А. ИИ и кибербезопасность: защита от угроз и создание новых уязвимостей……... 2131
Иванов А.В. Актуальные проблемы расследования киберпреступлений в экономической сфере…… 2137
Ильиных М.А., Мухачев С.В. Об угрозах информационной безопасности, связанных с ложными базовыми станциями……... 2141
Имамутдинов И.И., Шарипов Р.Р. Утечка данных по сетям электропитания…….. 2146
Имамутдинов И.И., Шарипов Р.Р. Лабораторный стенд для исследования сигналов. 2150
Калачева Д.А., Иванова В.Р. Социальная инженерия: методы защиты от фишинга и социальной инженерии……. 2153
Касимова А.С. Применение и принцип работы DPI и DLP систем…….. 2158
Кирдин К.Д., Запорожец Р.Ю., Мухаметзянов О.А. Разработка умной системы мониторинга и защиты беспроводной сети……. 2162
Коклянов А.Е., Губенков А.А. Разработка киберполигона для моделирования и анализа атак на службу Active Directory…….. 2166

Корниенко А.А., Корниенко С.В., Осипенко Е.Д. Анализ возможностей использования клавиатурного почерка для выявления нарушителя информационной безопасности……..... 2171
Коротких И.И., Коротких Т.Н. Особенности и безопасность Big Data…….. 2174
Кудашов А.С., Бобрышева Г.В. Средства обнаружения и предотвращения вторжений…….. 2178
Куликова А.Д., Мехоношина Я.А., Якупов З.Я. Роль логических операций в защите информации……..... 2183
Лищишин М.А., Соловьев В.И. Интернет-магазин и обеспечение его безопасной работы……. 2186
Макаров С.П., Шарипов Р.Р. Основные способы реализции функции обратной связи в регистрах сдвига с линейной обратной связью…….. 2190
Марков В.А., Вайтекунене Е.Л. Интеграция блокчейн технологий для повышения прозрачности и безопасности финансовых операций в РФ…….. 2193
Минеев Б.В., Соловьев В.И. Кибербезопасность в 2025 году: главные вызовы и угрозы……..... 2197
Молькова Л.Ю., Тихонович Я.С. Логнормальное и пуассоновское распределения в задачах маркирования сетевых потоков…….. 2201
Мырадов П.С., Абдыев Д.Р. Развитие технологий блокчейн и их применение…… 2206
Мырадов П.С., Какабаева Г.М. Дипфейки и их влияние на общество…….. 2210
Назаров А.А., Губенков А.А. Использование искусственного интеллекта для защиты от фишинга: сравнение с традиционными средствами защиты……. 2213
Нгуен Т.Т., Нгуен Ф.Х., Зарипова Р.С. Применение фаззинга для выявления уязвимостей в программном обеспечении…….. 2218
Никоноров Д.П., Абдулин С.А. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения для обнаружения киберугроз……... 2222
Филимонова Т.К., Овсеенко Г.А. Информационная безопасность в разработке десктопного приложения для оценки стоимости недвижимости…….. 2227
Пантелеев И.Ю. Использование нейросетей в информационнной безопасности…….. 2231
Петренко В.И., Пуйко Д.Д. Анализ угроз безопасности в децентрализованных киберфизических средах……... 2234
Петренко В.И., Сутормин М. П. Разработка технических решений для систем управления доступом на основе конвейерных вычислителей……... 2238
Пирская В.И. Буллинг в сети интернет……. 2243
Попцова М.А., Катасёв А.С. Разграничение ответственности между субъектами электронного взаимодействия на основе симметричных криптосистем…….. 2248
Попцова М.А., Катасёв А.С. Доверие к открытым ключам и цифровые сертификаты в системах электронного документооборота…….. 2252
Поторочина П.Д., Иванова В.Р. Технологии обеспечения безопасности обработки информации……... 2256
Пырнова О.А., Абдулин С.А. Надежное шифрование в эпоху квантовых угроз: актуальные стандарты 2024 года…….. 2261
Раимбеков А.Ж. Роль биометрии в кибербезопасности…….. 2265
Рахманов А.А., Шарипов Р.Р. Видовые каналы утечек информации и способы защиты……..... 2268
Редькин С.С. Защита REST API от несанкционированного доступа……... 2270
Родичева В.П., Терешонок С.Д. Противодействие угрозам кибербезопасности как фактор обеспечения экономической безопасности хозяйствующего субъекта……... 2275
Родичева В.П. Информационная безопасность как фактор устойчивого развития и обеспечения экономической безопасности организации……... 2280
Самандасюк А.В. Методы защиты от DDos-атак на предприятии…….. 2284

Сафина Д.Н., Юсупова А.С. Риски и преимущества перехода на облачные хранилища и электронные носители…… 2288
Сафонова Н.Л., Черноусов А.А. Использование ИТ-систем на предприятиях гражданской авиации…… 2291
Смирнов А.А., Талагаев Ю.В. Схема хаотической маскировки сигналов на основе комбинирования нелинейных отображений……... 2294
Смирнова И.А. Когнитивная безопасность и цифровая этика……. 2297
Соколов А.Н., Заляева Р.Д., Тумбинская М.В. Обезличивание персональных данных в мобильных устройствах…… 2302
Степанов К.М., Соловьев В.И. Информационная безопасность в публичных компьютерных Wi-Fi сетях……... 2307
Степанов М.О., Шарипов Р.Р. Лабораторный стенд по анализу звуковых сигналов с применением акустических передатчиков…… 2312
Степанов М.О., Шарипов Р.Р. Методы защиты от утечки информации по акустическим каналам……... 2315
Степанов М.О., Шарипов Р.Р. Обнаружение скрытых передающих устройств на основе анализа частотных характеристик……... 2018
Темирсултанов Д.М. Анализ современных угроз: ransomware, фишинг, атаки на цепочки поставок……... 2321
Титов В.М., Назарова О.Б. Использование TPM и HSM технологий для обеспечения информационной безопасности POS-систем…….. 2325
Трухманов И.Р., Кудрявцева Ю.А., Галушко И.В. Алгоритм создания автоматизированных систем в защищенном исполнении…….. 2329
Умбеталиева А.Б., Ершов А.С. Применение ALD Pro для централизованного администрирования ресурсами домена под управлением ОС Astra Linux……. 2332
Фахриев Т.Р. Анализ влияния искусственного интеллекта на процессы разработки программного обеспечения…….. 2337
Фахриев Т.Р. Методы повышения точности предсказательных моделей с использованием ансамблевых алгоритмов…… 2342
Хабибрахманова А.А., Уразбахтина Л.Р. Защита корпоративных данных: лучшие практики и инструменты……... 2347
Хакимов Р.Р., Тумбинская М.В. Программное обеспечение обнаружения уязвимостей в генеративном программном коде…… 2351
Хакимов Р.Р., Тумбинская М.В. Анализ угроз информационной безопасности программного обеспечения при автоматической генерации кода…… 2356
Хакимов Р.Р. Анализ качества и безопасности генеративного программного кода….. 2361
Халимов А.З., Шарипов Р.Р. Перспективы криптографии на эллиптических кривых 2365
Халимов А.З., Шарипов Р.Р. Требования к криптографии на эллиптических кривых 2369
Хамматов Б.А., Галимова Р.К. Принципы и технологии информационной безопасности……..... 2373
Хамраев А.М., Суннатов А.Б. Анализ устойчивости современных криптографических алгоритмов……... 2378
Ходжамаммедов М.М., Суннатов А.Б., Ялкабов Г.Х. Информационная безопасность и антиплагиат: проблемы и решения…… 2382
Ходжамаммедов М.М., Ходжанепесова Г.Б., Джумадурдыева О.Д. Безопасность высокоскоростных сетей..... 2385
Юсупова С.А., Шарипов Р.Р, Халиулин Р.Р. Основные аспекты шифрования информации……... 2388

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ И ФОРМИРОВАНИИ ЛИЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Авагян Д.А., Петренко С.И. Искусственный нтеллект в образовании……... 2391
Аверина С.А., Булгакова А.Г., Ботвин Т.В. Подготовка педагогических кадров к внедрению цифрового образования в Белгородской области…… 2396
Авзалова Р.Р., Нигматзянова Л.Р. Роль технологий в учете индивидуальных особенностей студентов в цифровой образовательной экосистеме……. 2402
Аксенов И.А. Технологические аспекты медиабезопасности в контексте применения искусственного интеллекта в образовательном пространстве Европейского союза…... 2405
Арзамасов Д.Е., Маштаков В.А., Арзамасова А.Г. Цифровые трансформации и эволюция права в России…….. 2410
Байкалова Е.Р., Яхонтова И.М. Повышение эффективности процесса приема абитуриентов на основе внедрения специализированного цифрового решения……. 2415
Белоусова Е.А., Арзамасов Д.Е., Арзамасова А.Г. Политика цифровизации и нормативное регулирование персональных данных…….. 2419
Богданова Е.А., Чаусянская Е.Д. Концепция экосистемы на основе DLE для развития инклюзивного образования…….. 2423
Васильев Н.А., Зарипова Р.С. Анализ платформ для проведения видеоконференций. 2428
Вдовина В.А. Экономические аспекты внедрения курсов по аддитивным технологиям в образовательные учреждения……. 2431
Выгоняйло К.В., Маняев А.А., Борисов В.В. Цифровая экосистема и инклюзивное образование……... 2435
Вячина И.Н., Коврижных О.Е. Современные ИТ-решения в оптимизации подготовки брифов для улучшения взаимодействия с заказчиками……. 2439
Габдуллина А.И., Бикмуллина И.И. Исследование подходов и методики разработки информационной системы для изучения татарского языка……... 2443
Галиуллина Г.Н., Хакова А.Р. Возможности применения цифровой экосистемы в средне-профессиональных образовательных учреждениях и в формировании личности……. 2448
Гатауллин Б.И., Хаерова Э.И., Тумбинская М.В. Цифровой помощник управления проектами студенческого научного кружка «KAI DIGITAL SCIENCE»……. 2454
Гатауллина Д.И., Арзамасова А.Г. Государственная политика в сфере цифрового образования……... 2459
Гафиятуллина А.А., Зарипова Р.С. Преимущества и возможности современных образовательных платформ…….. 2464
Гимазетдинова К.Р., Зарипова Р.С. Анализ инструментов графического дизайна….. 2470
Глазырин А.А. Эффекты цифровой коммуникации: как алгоритмы социальных сетей влияют на когнитивные процессы и поведение пользователей……... 2474
Голубева И.Л., Альтапов А.Р. Проектирование электронной модели детали с использованием 3D сканера в САПР Компас 3D…… 2480
Гордеева В.В., Турлович Э.Э. Цифровые инструменты для развития мелкой моторики и координации движений у детей дошкольного возраста……. 2483
Горохова И.А. Особенности применения цифровых экосистем в системе педагогического образования……... 2488
Гурбанова Г., Реджепов С., Хакыева А. Цифровая экосистема в образовании и в формировании личности человека: Влияние и применение больших данных в образовании……... 2493
Давыдова Т.Е. Прокторинг с позиции результативности его использования в системе дистанционного тестирования различных групп испытуемых……. 2499
Донсков Д.Е., Зарипова Р.С. Анализ музыкальных стриминговых сервисов…… 2504

Жоглов Д.Е., Голубева И.Л., Альтапов А.Р. Аддитивные технологии в образовании и повседневной жизни……... 2507
Иванова У.Д., Арзамасова А.Г. Влияние онлайн-образования на социализацию молодежи……..... 2511
Ишмуратова И.И., Назарова Д.К. Влияние социальных сетей на потребительское поведение……... 2515
Калачева Д.А., Андреева Е.А. Феномен цифровых и образовательных экосистем….. 2519
Кисельников И.В. Методы обучения математике: цифровая трансформация в образовании……..... 2523
Кленина Л.И. Формировании личности инженера в рамках образовательной экосистемы……. 2527
Кузнецова Н.Н., Сафонова Н.Л. Инновационные перспективы в информационной системе обучения……... 2531
Майорова А.А., Уразбахтина Л.Р. Влияние цифровой среды на развитие личности: риски и перспективы……. 2534
Майорова Е.С., Романова Л.М. Сравнительный анализ понимания текста студентами и чат-ботов с искусственным интеллектом……. 2538
Макарова И.В., Фатихова Л.Э. Роль цифровых платформ в персонализации обучения студентов в инженерном образовании…… 2543
Макарова С.А., Овчинникова Э.В. Онлайн-образ как фактор влияния на самовосприятие и социальную адаптацию молодежи…… 2547
Максимов Г.С., Петренко Н.А. Современные цифровые технологии в образовательном процессе высшего учебного заведения…….. 2551
Музыченко И.Д., Кондрашова А.А., Тихонов В.Н. Возможности и преимущества интеграции сторонних плагинов в LMS Moodle……. 2557
Мунирова Э.Д., Коврижных О.Е. Влияние цифровых технологий на развитие критического мышления у студентов…….. 2560
Надирова А.Х., Коврижных О.Е. Цифровая трансформация медиа-маркетинга: ключевые тренды и перспективы развития……. 2563
Нуриахметова Ф.М. Цифровая экосистема университета: новые ориентиры в формировании личности……..... 2567
Нурлыева М.Х., Ялкабов Г.Х., Гахрыманова А. Исследование наследия и современности моды: путешествие по сайту одежды…… 2571
Гордеева В.В., Окружнова В.С. Развитие эмоционального интеллекта у детей дошкольного возраста в цифровой среде…… 2576
Опара А.А., Борисевич М.В., Яковлева Е.Ю., Яковлев Р.А. Использование технологий искусственного интеллекта в процессе обучения английскому языку в технических высших учебных заведениях…….. 2580
Рахматуллин А.Р., Зарипова Р.С. Трансформация рынка труда и новые профессии в эпоху инноваций……. 2584
Рябов И.Д., Луговая Т.Е., Денисенко В.К. Автоматизированная генерация тестовых заданий на основе анализа лекционных материалов с использованием интеллектуальных информационных систем……. 2589
Салемгараева Л.Л., Баширова Д.Р. Будущее менеджмента: симбиоз человека и искусственного интеллекта…….. 2593
Селькин Е.А. Аспекты использования искусственного интеллекта для контроля знаний студентов по дисциплине……. 2597
Сепаева В.С., Ямалов Б.Р., Якупов З.Я. Когнитивные искажения в эпоху нейросетей: как алгоритмы формируют мышление и принятие решений……..... 2601
Соболева Е.В., Щедрина Е.В. Повышение качества подготовки будущих учителей физики и информатики средствами генеративных нейросетей……. 2605

Соколова А.Н., Шалагинова Н.В. Использование возможностей DeepSeek для составления контрольно-измерительных материалов различного типа……... 2610
Стецкая Т.А. Расчет характеристик ступени малоразмерного центробежного компрессора с помощью ANSYS……. 2615
Фугина А.К., Коврижных О.Е. Использование искусственного интеллекта для персонализации обучения и его влияние на личностное развитие…… 2619
Хайдаршина Г.В., Апполонова Н.А. Роботы-советники как инструмент развития инвестиционной грамотности у молодежи……. 2623
Халуева В.В., Сафиулина Л.М. Подготовка студентов IT-специальности к профессиональным конкурсам и олимпиадам (из опыта работы)……. 2628
Хамова А.М., Поворознюк О.А. Формирование критического мышления младших школьников с помощью медиацентра……. 2633
Чарыева М.А., Овезова Л.К., Гелдимырадов М. Цифровая экосистема в образовании: влияние на личность и развитие навыков……. 2638
Чикишев С.М., Махмутова М.В. Автоматизация управления учебным процессом в онлайн-школе…… 2641
Шабанов Г.Ю., Зарипова Р.С. Сравнительный анализ цифровых платформ для управления образовательными центрами……... 2646
Щедрина Е.В. Развитие логического мышления студентов средствами обработки структурированных данных……. 2652
Юсков Н.А., Макашова В.Н. Развитие навыков управления рисками в ИТ-проектах. 2657
Юсупова Р.И., Зарипова Р.С. Роль цифровых технологий в развитии коммуникативных компетенций обучающихся…….. 2662

Научное издание

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И МОДЕЛИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ, РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Международная научно-практическая конференция
(Казань, 10-11 апреля 2025 г.)

Электронный сборник статей по материалам конференции

Под общей редакцией И. Г. Ахметовой

Авторская редакция

Корректор *Р. С. Зарипова*
Компьютерная верстка *Р. С. Зариповой, О.А. Пырновой, А. М. Романовой, Г. А. Овсеенко, О. Ю. Яновой*

Электронное издание

Кафедра Цифровые системы и модели КГЭУ
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51

ISBN 978-5-89873-689-7